GRAĐEVINAR

12
ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA N. R. H.
GODINA X
PROSINAC 1958



9499

»GRAĐEVINAR«

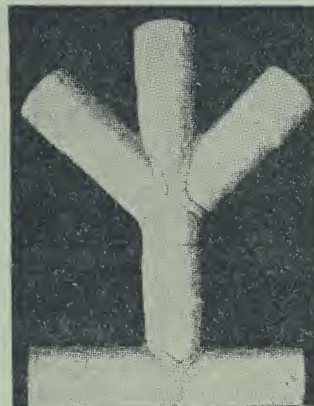
GOD. X. BROJ 12

SADRŽAJ:

Časopis izdaje: Društvo građevinskih inženjera i tehničara NRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.
Glavni urednik: Dr. ing Ervin Nonveiller.
Tehnički urednik: ing. Lida Zlatić.

Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 38-114 — Tek. račun kod Komunalne banke Zagreb 400-703-5-1151
Tisak »TIPOGRAFIJA« grafičko-nakladni zavod, Zagreb

JUVIDUR KL.



Juvidur Kl. cijevi su brzo naišle na najširu primjenu i potražnja za njima raste:

1. Za kanalizaciju
2. Za sisteme navodnjavanja u poljoprivredi
3. U kemijskoj industriji.

FIZIKALNE OSOBINE

Čvrstoća za kidanje	500 kg/cm^2
Otpornost na pritisak	800 kg/cm^2
Tvrdoća po Brinellu	1200 kg/cm^2
Koeficijent toplinskog izduženja	$6—8 \cdot 10^{-5}/^0C$
Toplinska provodljivost	0,13 $Kcal/h \cdot m \cdot {}^0C$
Točka omekšavanja (po Vicatu)	88^0C

JUVIDUR KL. CIJEVI SU DOBAR ELEKTRIČNI I TOPLINSKI IZOLATOR, IZVANREDNO SU OTPORNE PREMA:

Otpadnim gasovima koji sadrže ugljičnu, solnu, sumpornu, fluorovodičnu kiselinu, nitrozne gasove, oleum, sumporni dioksid i drugim kiselinama.

NISU OTPORNE PREMA:

acetonu, benzolu, esterima, ketonima, arom. ùgljikovodicima i kloriranim ugljikovodicima.

NEKE KARAKTERISTIČNE OSOBINE JUVIDUR KL. CIJEVI

1. Juvidur cijevi istih dimenzija i debljine su 5 puta lakše od željeznih.
2. Mogu biti ukopane u bilo kakav teren (kiseo ili bazičan) na neograničeno vrijeme. Mogu služiti za transport svih vrsta mineralnih voda, a da uslijed toga ne podliježu koroziji.
3. Radi glatkoće stijena i kemijske inertnosti u cijevima ne dolazi do nikakvih inkrustacija i stvaranja kamenca.
4. Kod juvidur cijevi ne postoji problem galvanskih i lutajućih struja, jer je juvidur dobar elektro-izolator.
5. Juvidur cijevi ne »stare«.

JUVIDUR CIJEVI SU JEFTINIJE OD MNOGIH VRSTA CIJEVI, A UZ TO IH JOŠ JEFTINIJIMA PRAVE NIŽI TRANSPORTNI TROŠKOVI, JEDNOSTAVNA MONTAŽA I ODRŽAVANJE, KAO I DUŽI VIJEK TRAJANJA.

„JUGOVINIL" TVORNICA PLASTIČNIH MASA I KEMIJSKIH PROIZVODA

KAŠTEL-SUĆURAC

GRAĐEVINAR

ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA
I TEHNIČARA HRVATSKE

GOD. X 1958

S A D R Ž A J

(abecednim redom autora)

Prva brojka označuje broj Građevinara, druga stranicu.

ČLANCI

GRAĐEVINAR

GOD. X. PROSINAC 1958 BROJ 12

UBRZANJE KONVERGENCIJE RELASAKCIONOG POSTUPKA IZRAČUNAVANJA VIŠESPRATNIH OKVIRA UVOĐENJEM POČETNIH VRIJEDNOSTI ITERIRANIH VELIČINA

Prof. em. Dr. Ing. **Rajko Kušević**, Zagreb

Uvod

Poznato je, da postupci iteracionog izračunavanja višespratnih okvira imaju slabu konvergenciju, ako je srazmjer krutosti greda i stupova nepovoljan, t. j. ako su stupovi relativno kruti. To se naročito pokazuje kod okvira nad jednim poljem (sa dva stupa u svakom spratu).

U posljednjem deceniju pojavio se niz rasprava, u kojima se iznose postupci za ubrzanje iteracije pri izračunavanju te vrsti okvira ([1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]). Ti se postupci, međutim, ili bitno udaljuju od osnova relaksacionog postupka — Crossova postupka izjednačenja momenata u generaliziranom obliku [8] —, pa uslovljavaju posebna teorijska razmatranja i uvođenje novih pojmova (različitih koeficijenata raspodjele, supstitutivnih konsola i dr.), ili uopće napuštaju samu relaksaciju, t. j. kontinualnu diferencijsku iteraciju, pa prelaze na neposrednu iteraciju, povezanu s povećanjem računskog rada. Razumljivo je, da takvi postupci, koliko god su možda podesni s obzirom na brzinu konvergencije, teško mogu općenitije prodrijeti u praksu. Ne može se očekivati, da će se praktični statičari htjeti uvježbavati u računanju po nekom načelno novom iteracionom postupku, koji dolazi u obzir samo u specijalnim slučajevima. L u e t k e n s je s pravom primijetio u svom kritičkom djelu o statici okvira [9], da statičari većinom idu utrtim putem, u koji su slučajno zašli u praksi, i da je stepen djelovanja obimne stručne literature vrlo malen, jer se uglavnom čitaju i shvaćaju radovi, koji polaze putem poznatim čitatelju.

S obzirom na gore navedeno nameće nam se zaključak, da praktičan postupak ubrzanja iteracionog izračunavanja okvira treba po mogućnosti bazirati na osnovnom načelu relaksacije, t. j. kontinualne iteracije deformacionih veličina ili momenata savijanja, koja je gotovo potpuno prevladala u svjetskoj stručnoj literaturi. (Jedino u Njemačkoj se djelomično prešlo na neposrednu iteraciju.)

Prema općenito iznošenoj i prihvaćenoj ocjeni diferencijske iteracije u uspoređenju s neposrednom iteracijom, bila ona u skupnim ili u pojedinačnim koracima, ne bi se u relaksacionom postupku mogao primijeniti nikakav način ubrzanja konvergencije. Tvrdi se, naime (v. na pr. [10]), da je diferencijska iteracija tvrdo vezana na odabranu računsku shemu i da se kod nje prema tome ne može poći od po volji uzetih, procijenjenih vrijednosti iteriranih veličina, niti se tokom računa mogu činiti ikakve izmjene u njemu. Međutim, ta nepovoljna ocjena diferencijske iteracije je sasvim neopravdana. To se može lako uvidjeti, ako se uvaži jedno osnovno svojstvo diferencijske iteracije, koje je u biti već Gauss bio spoznao [11], ali je ostalo nedovoljno zapaženo. To se svojstvo može ovako formulirati:

Greška, učinjena pri izračunavanju prirasta $\Delta X_r^{(e)}$ koje god iterirane veličine X_r u koraku (e) iteracije, a koju ćemo označiti sa $\delta(\Delta X_r^{(e)})$, može se ispraviti tako, da se u kojem god daljnjem koraku n iteracije uvede u račun mjesto pogrešno izračunatog prirasta $\Delta X_r^{(n)}$ iterarirane veličine X_r prirast $\Delta' X_r^{(n)} = \Delta X_r^{(n)} - \delta(\Delta X_r^{(e)})$.

Ispravnost ove tvrdnje može se dokazati jednostavnim logičkim rasuđivanjem. Pogreška $\delta(\Delta X_r^{(e)})$ u koraku (e) iteracije provlači se kroz daljnje korake iteracije $(e + 1)$, $(e + 2)$..., i konačno bi dovela do stanovitih pogrešaka u rezultatu iteracionog računa. Ispravak pogreške $-\delta(\Delta X_r^{(e)})$ u koraku (n) iteracije provlači se isto tako kroz daljnje korake iteracije $(n + 1)$, $(n + 2)$,.., i prouzročuje promjene u vrijednostima iteriranih veličina, po vrijednostima jednake, a po predznaku suprotne onima, koje je proizvela pogreška $\delta(\Delta X_r^{(e)})$. Ispravak dovodi dakle do ispravnog rezultata.

Na osnovu navedenog svojstva diferencijske iteracije stvarno se i kod nje može raditi sve ono što se radi kod neposredne iteracije. Prema tome, kod diferencijske iteracije

1) mogu se ispravljati greške učinjene tokom računa,

2) račun se može skratiti time, da se započne sa po volji uzetim polaznim vrijednostima,

3) račun se može nakon izmjene dimenzije presjeka nastavljati s rezultatima prvog računa kao početnim vrijednostima,

4) račun se može skratiti preskakivanjem nekoliko koraka iteracije.

Činjenica, da diferencijska iteracija nema automatskog ispravljanja grešaka, predstavlja jedini nedostatak te iteracije prema neposrednoj ite-

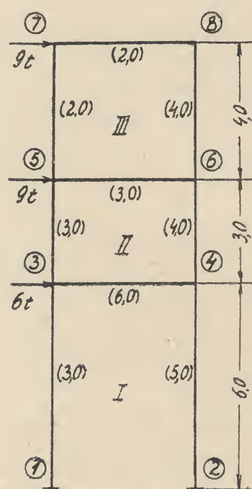
raciji. Tome nasuprot, diferencijska iteracija ima bitnu prednost pred neposrednom iteracijom, da uzastopni prirasti iteriranih veliična (korekturne vrijednosti) stalno opadaju s napredovanjem računa, — to brže što je bolja konvergencija —, a to znači, da je računski rad ne samo mnogo lakši, nego i pregledniji. Konačno, i fizikalno značenje kontinualne diferencijske iteracije — relaksacija veza protiv okretanja čvorova i protiv pomjeranja spratova — mora se označiti kao prednost te iteracije.

Ovdje će biti pokazano, kako se skraćuje iteraciono izračunavanje višespratnog okvira postupkom relaksacije pomoću procijenjenih vrijednosti početnih iteriranih veličina. Skraćenje računa preskakivanjem niza uzastopnih koraka iteracije bit će pokazano drugom prilikom.*

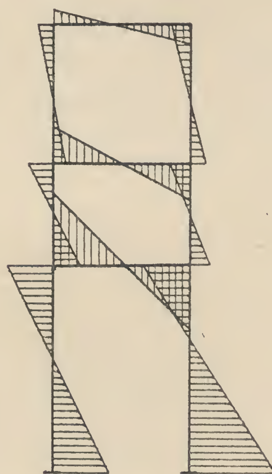
Praktična primjena

Zbog komparacije postupak će biti prikazan na numeričkom primjeru, obrađenom u br. 10 ovog časopisa [9], trospratnom okviru nad jednim poljem, nesimetričnim zbog nejednakih krutosti stupova u jednom spratu (sl. 1). Zadatak će biti riješen na dva načina: a) iteracijom momenata (generalizovanim Crossovim postupkom), b) iteracijom deformacionih veličina (međusobno nezavisnih komponenti stanja pomjeranja okvirnog sistema).

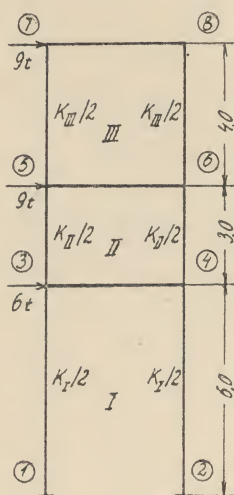
Početne vrijednosti iteriranih veličina mogu se dobiti iz približnog momentnog dijagrama simetričnog okvira na sl. 2, koji ima iste sistemne linije i isto opterećenje kao dani okvir. Taj dijagram je određen stvarnim infleksionim tačkama u polovici prečaka i pretpostavljenim infleksionim tačkama u stupovima. Ove su u gornja dva sprata uzete u polovici visine stupova, a u donjem spratu u presjecima, koji dijele visinu stupa u omjeru $\approx 4:5$ (sl. 2a). Položaj infleksionih točaka stupova u donjem spratu ne odgovara, dakle, uobičajenoj pretpostavci, da se te tačke nalaze približno u visini $\frac{2}{3}h_I$ nad ležišnim presjekom, t. j. da one dijele visinu stupa u omjeru 2 : 1. Ta je pretpostavka na mjestu samo za slučaj da su krutosti stupova i prečke donjeg sprata podjednako velike. Ako je prečka relativno kruta prema stupovima, infleksione tačke stupova se spuštaju, tako da je u slučaju neizmjerno krute prečke omjer 1 : 1,



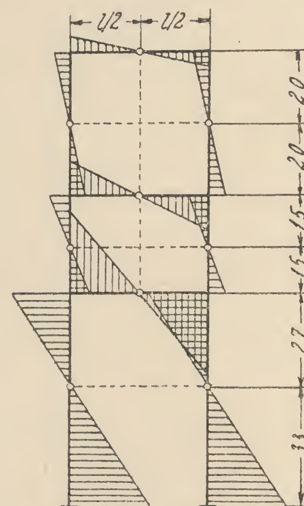
Sl. 1



Sl. 1a



Sl. 2



Sl. 2a

t. j. infleksione se tačke nalaze u polovici visine stupova. Ako je, naprotiv, krutost prečke malena prema krutosti stupova, infleksione tačke se dižu. Kako je u konkretnom slučaju prečka relativno kruta, uzete su infleksione tačke dosta nisko.

Momentni dijagram na sl. 2a izračunat je iz transversalnih sila spratova, koje imaju vrijednosti:

$$Q_{III} = 9 \text{ t}, \quad Q_{II} = 9 + 9 = 18 \text{ t},$$
$$Q_I = 9 + 9 + 6 = 24 \text{ t}.$$

Kako zbog pretpostavljene simetrije sistema svaki od dvaju stupova u spratu preuzima polovicu transversalne sile sprata, imaju momenti savijanja u krajnjim presjecima stupova vrijednosti:

* Matematički osnov postupka, kao i njegovu načelnu primjenu u statici okvirnih sistema, autor je iznio u jednom predavanju održanom krajem 1956 u Tehničkoj sekciji Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, a u aprilu o. g. u Matematičkom institutu Srpske akademije nauka. Praktičnu opću primjenu u statici okvirnih konstrukcija autor je pokazao na javnom sastanku II odjela Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, a detaljnije ju je saopćio na kongresu Jugoslavenskog društva za mehaniku, mjeseca juna o. g., pod naslovom »Opšti postupak izračunavanja okvirnih sistema nosača kompensacijom momenata i njegova racionalna primjena.« Izvod iz tog saopćenja objavljen je u kongresnoj preliminarnoj publikaciji.

$$M_{75}^{(o)} = M_{57}^{(o)} = M_{86}^{(o)} = M_{68}^{(o)} = -\frac{9}{2} \cdot \frac{4}{2} = -9 \text{ tm},$$

$$M_{53}^{(o)} = M_{35}^{(o)} = M_{64}^{(o)} = M_{46}^{(o)} = -\frac{18}{2} \cdot \frac{3}{2} = -13{,}5 \text{ tm},$$

$$M_{31}^{(o)} = \frac{2{,}7}{3{,}3} M_{13}^{(o)} = M_{42}^{(o)} = \frac{2{,}7}{3{,}3} M_{24}^{(o)} = -\frac{24}{2} \cdot 2{,}7 = -32{,}4 \text{ tm}.$$

Prema tome imamo ove momente savijanja u krajnjim presjecima prečaka:

$$M_{78}^{(o)} = M_{87}^{(o)} = -M_{75}^{(o)} = +9{,}0 \text{ tm},$$

$$M_{56}^{(o)} = M_{65}^{(o)} = -(M_{57}^{(o)} + M_{53}^{(o)}) = +22{,}5 \text{ tm},$$

$$M_{34}^{(o)} = M_{43}^{(o)} = -(M_{35}^{(o)} + M_{31}^{(o)}) = +45{,}9 \text{ tm}.$$

I) Iteracija momenata

Račun izjednačenja momenata dan je detaljno u shemi I.1 i tablici I.2. Tu su upisane sve izvršene računske operacije, i to ne samo zbog boljeg objašnjenja, nego i stoga, što se samo uspoređivanjem potpunih računa može ispravno ocijeniti vrijednost različitih postupaka izračunavanja. U prikazima novih iteracionih postupaka izračunavanja okvirnih sistema nosača u stručnoj literaturi redovito se ispuštaju svi pomoćni računi i tako često stvara kriva slika o praktičnoj vrijednosti postupaka.

Sa danim krutostima štapova K_{ik} (sl. 1, brojke u zagradama uz pojedine štapove) prvo su po poznatom obrascu

$$(1) \qquad \mu_{ik} = -\frac{K_{ik}}{K_i}, \quad (K_i = \sum_i K_{ik})$$

izračunati koeficijenti raspodjele napadnih momenata čvorova i upisani uz krajnje presjeke štapova u čvorovima.

Kontrola:

$$(2) \qquad \sum_k \mu_{ik} = -1.$$

Zatim su u narednoj tablici zračunati koeficijenti raspodjele napadnih momenata spratova S po obrascu

$$(3) \qquad \pi_{id} = -\frac{3}{4} \frac{K_{ik}}{K_S}, \quad (K_S = \sum_S K_{id})$$

(v. [8]) i upisani u shemi I.1 u sredinama stupova.

Kontrola:

$$(4) \qquad \sum_S \pi_{id} = -\frac{3}{4}.$$

Vrijednosti svih koeficijenata raspodjele ostavljene su u obliku razlomaka, jer će se sukcesivne vrijednosti napadnih momenata čvorova i spratova zaokruživati tako, da su djeljive s nazivnikom razlomka. Tako se ne samo bitno olakšava račun, jer se gotovo sve računske operacije mogu vršiti u glavi, dakle čak i bez logaritmičkog računala, nego se i povećava tačnost računa.

Iteracioni se račun započima određivanjem početnih vrijednosti napadnih momenata čvorova i raspodjelom tih momenata.

Napadni moment čvora i dan je obrascem

$$(5) \qquad M_i^{(o)} = -\frac{M_{ik}^{(o)\prime}}{\mu_{ik}} = \frac{2}{3} \frac{M_{ik}^{(o)}}{\mu_{ik}}.$$

koji je dobiven iz uslova, da zbroj momenta u presjeku prečke i—k uz čvor i, proizvedenog pri otpuštanju čvora i s napadnim momentom $M_i^{(o)}$ i momenta, prenesenog pri otpuštanju čvora k s napadnim momentom $M_k^{(o)} = M_i^{(o)}$, daje moment $M_{ik}^{(o)}$.

Da bismo vidjeli u komparaciji s računom pod II), uticaj slabe procjene početnih momenata na brzinu konvergencije, uzet ćemo početne momente za polovicu veće nego što bi bili po obrascu (5). Tako dobivamo:

$$M_7^{(o)} = -(9{,}0 : 1/2) = -18{,}0 \text{ tm},$$

$$M_8^{(o)} = -(9{,}0 : 1/3) = -27{,}0 \text{ tm},$$

$$M_5^{(o)} = -(22{,}5 : 3/8) = -60{,}0 \text{ tm},$$

$$M_6^{(o)} = -(22{,}5 : 3/11) = -82{,}5 \text{ tm},$$

$$M_3^{(o)} = -(45{,}9 : 2/4) = 91{,}8 \approx -92 \text{ tm},$$

$$M_4^{(o)} = -(45{,}9 : 6/15) = -114{,}8 \approx -120{,}0 \text{ tm}.$$

Raspodijeljeni momenti upisani su u shemi I.1 iteracionog računa kraj pojedinih presjeka, u odstojećim kolonama brojki uz štapove. Zbog pojednostavnjenja pisanja momenti su izraženi u t. dm. Polovične vrijednosti raspodijeljenih momenata odmah su zatim upisane na suprotnim krajevima

Sprat	I		II			III		
Štap	K_{id}	π_{id}		K_{id}	π_{id}		K_{id}	π_{id}
3—1	3,0	—9/32	5—3	3,0	—9/28	7—5	2,0	—6/24
2—4	5,0	—15/32	6—4	4,0	—12/28	8—6	4,0	—12/24
Σ	8,0	—3/4	Σ	7,0	—3/4	Σ	6,0	—3/4

štapova kao preneseni momenti, i to u kolonama tik štapova.

Prvi korak iteracije

Raspodjela napadnih momenata spratova: U gornjem dijelu tablice I.2 pomoćnih računa, koji se odnosi na izračunavanje napadnih momenata spratova u sukcesivnim koracima iteracije, unesena je za svaki sprat u prvi red s oznakom (p,Δ) (t. j. vanjsko opterećenje i ispravak greške) u koloni (1) dvotrećinska vrijednost napadnog momenta sprata od vanjskog opterećenja, t. j.

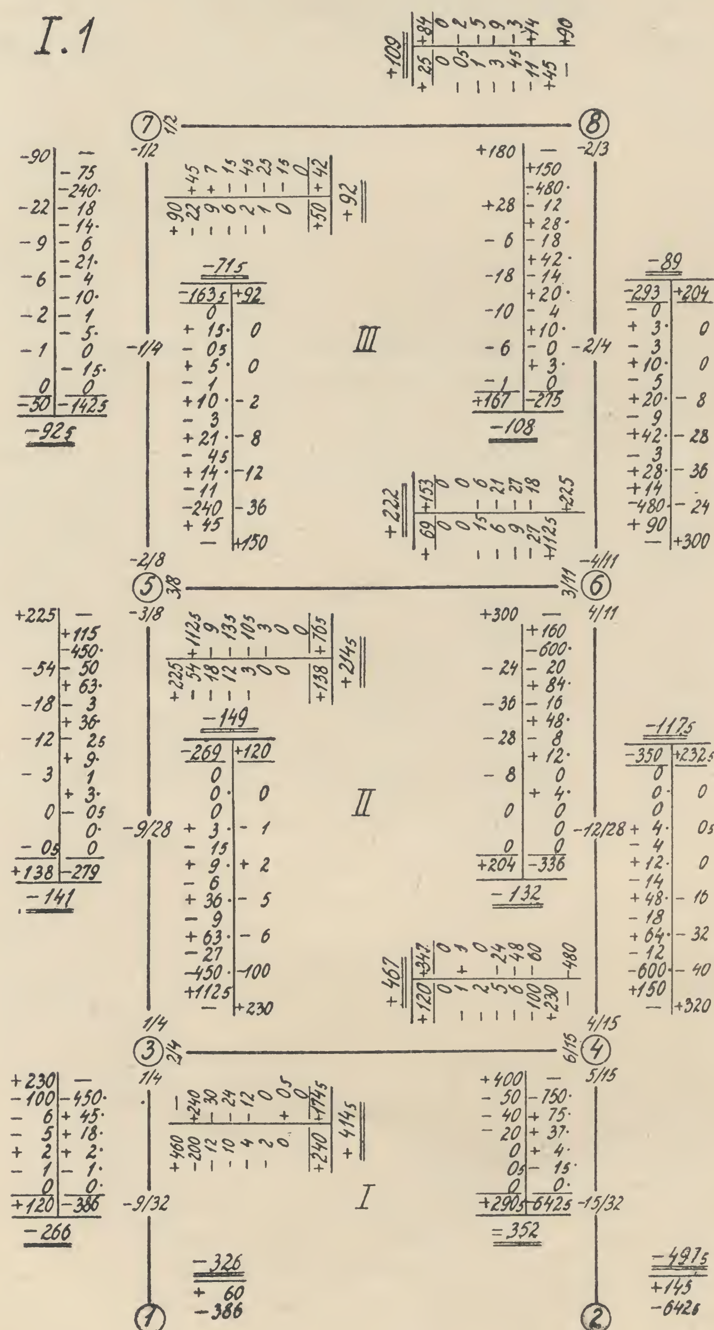
$$\frac{2}{3}\cdot\mathfrak{M}_{\mathrm{I}} = 10\cdot\frac{2}{3}\cdot(9{,}0+9{,}0+6{,}0)\cdot 6{,}0 = 960 \text{ tdm},$$

$$\frac{2}{3}\cdot\mathfrak{M}_{\mathrm{II}} = 10\cdot\frac{2}{3}\cdot(9{,}0+9{,}0)\cdot 3{,}0 = 360 \text{ tdm},$$

$$\frac{2}{3}\cdot\mathfrak{M}_{\mathrm{III}} = 10\cdot\frac{2}{3}\cdot 9{,}0\cdot 4{,}0 = 240 \text{ tdm}.$$

(Faktor 2/3 uslovljen je faktorom 3/4 u obrascu (3) za koeficijente raspodjele napadnih momenata spratova, koji je odabran zbog pojednostavnjenja računskih operacija [8]).

U ostale redove, koji nose oznake stupova u spratu, unesene su vrijednosti suma početnih raspodijeljenih momenata u krajnjim presjecima stupova, koje se nalaze u shemi I.1 u odstojećim kolonama brojki uz stupove. Na pr., za štap (5 — 3):



I.2

Sprat	ν =	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
I	p,Δ	+960	−10		+18	+1	
	[3−1]	+230	−100	−6	−5	+2	−1
	[4−2]	+400	−50	−40	−20	0	+0$_5$
	Σ	+1590	−160	−46	−7	+3	−0$_5$
	~Σ	+1600		−64	−8		
II	p,Δ	+360	+35	+13	+33		
	[5−3]	+455	−154	−24	−17	−1	−1
	[6−7]	+620	−64	−68	−44	−8	+0$_5$
	Σ	+1435	−183	−79	−28	−9	−0$_5$
	~Σ	+1400	−196	−112			
III	p,Δ	+240		+2	+23	+3	+1
	[7−5]	+240	−58	−21	−14	−4	−1
	[8−6]	+480	−4	−42	−46	−18	−6
	Σ	+960	−54	−61	−37	−19	−6
	~Σ		−56	−84	−40	−20	
Čvor	**ν =**	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**
③	Δ	+920	−26$_5$	+0$_5$	+1$_5$	+2$_5$	−1
	[31]	−450	+45	+18	+2	−1	0
	[34]	+240	−30	−24	−12	0	+0$_5$
	[35]	−336$_5$	+36	+27	+3	+1$_5$	0
	Σ	+373$_5$	+24$_5$	+21$_5$	−5$_5$	+3	−0$_5$
	~Σ	+400	+24	+20	−8	+4	
④	Δ	+1200	−20	+1	−4		
	[42]	−750	+75	+30	+4	−1$_5$	0
	[46]	−450	+72	+30	−2	0	0
	[43]	+130	−6	−5	+2	−1	0
	Σ	+130	+121	+56	0	−0$_5$	0
	~Σ	+150	+120	+60			
⑤	Δ	+600	−11$_5$	−5$_5$	−1	−2$_5$	
	[53]	−385	+60	+33$_5$	+10	+2$_5$	0
	[52]	+112$_5$	−9	−13$_5$	−10$_5$	−3	0
	[57]	−195	+3	+16$_5$	+7	+4	+1
	Σ	+132$_5$	+42$_5$	+31	+6$_5$	+1	+1
	~Σ	+144	+48	+32	+8		
⑥	Δ	+825	−5$_5$	−3$_5$	−7$_5$	−8	
	[64]	−460	+68	+40	+12	+4	0
	[68]	−390	+42	+39	+11	+5	0
	[65]	+85$_5$	−9	−6	−1$_5$	0	0
	Σ	+60$_5$	+95$_5$	+69$_5$	+14	+1	0
	~Σ	+66	+99	+77	+22		
⑦	Δ	+180	−2	−5	−1	−0$_5$	
	[73]	−183	+8	+17	+9	+5	+1$_5$
	[78]	+45	+7	−1$_5$	−4$_5$	−2$_5$	−1$_5$
	Σ	+42	+13	+10$_5$	+3$_5$	+2	0
	~Σ	+44	+18	+12	+4		
⑧	Δ	+270	+4	+0$_5$	−1$_5$	−1$_5$	−1
	86	−342	+10	+28	+16	+10	+3
	87	+34	−4$_5$	−3	−1	−0$_5$	0
	Σ	−38	+9$_5$	+25$_5$	+13$_5$	+8	+2
	~Σ	−42	+9	+27	+15	+9	

225 + 230 = 455 tdm. Suma vrijednosti u koloni (1) predstavlja za svaki pojedini sprat napadni moment sprata nakon raspodjele početnih momenata čvorova. Ona je zaokružena na vrijednos upisanu u red s oznakom $\sim \Sigma$, tako odabranu, da je djeljiva s nazivnikom u koeficijentima raspodjele za napadni moment sprata. Razlika između Σ i $\sim \Sigma$ unesena je s izmijenjenim predznakom u red (p,Δ) kolone (2). Raspodijeljeni momenti od uravnoteženja sprata

$$(7) \qquad M_{id}^{(1)''} = \pi_{id} \cdot M_S^{(1)}$$

upisani su u shematski račun I.1 izjednačenja momenata u kolone uz stupove. Da se lakše uoči njihovo značenje pri eventualnoj kontroli računa, ti su momenti označeni tačkom.

Raspodjela napadnih momenata čvorova: Suma vrijednosti, upisanih u shemi I uz presjeke štapova u kolonama uz štapove (to su vrijednosti: prenesenog početnog momenta, momenta raspodijeljenog pri prethodnom uravnoteženju spratova i momenta prenesenog pri prethodnom uravnoteženju čvorova) upisane su u korespondentni red kolone (1) za promatrani čvor i sumirane. Na pr., za čvor 5: 115 — 450 — 50 = — 385. Te se sume zaokruže tako, da budu djeljive s nazivnikom u koeficijentima raspodjele za napadni moment čvora, zatim raspodijele s tim koeficijentima na pojedine presjeke uz čvor i upišu u odstojeću kolonu shematskog računa I.

Drugi korak iteracije

ne treba, kao ni daljnje korake, posebno objašnjavati.

Iteracija je završena sa šestim korakom. Sve vrijednosti, upisane uz obje kolone u shemi I za neki presjek, daju sumirane traženi moment savijanja u tom presjeku. Sa dobivenim momentima nacrtan je momentni diagram nad sl. 1a.

Kontrola računa. Ako se sumiraju sve vrijednosti u pojedinim redovima tablice I.2 i upišu u jednu kolonu, mora zbroj svih tih suma biti jednak zbroju suma upisanih u redu s oznakom Σ. (Na isti se način može vršiti i kurentna kontrola za vrijeme računa.)

Kontrola konačnih momenata. Rezultat je ispravan, ako je zadovoljen uslov (v. [8], izvod jedn. [3.73]):

$$(8) \qquad \Sigma M_{(gr.)} - \Sigma M_{(lež.)} = \Sigma M_p,$$

t. j., ako je diferencija između sume momenata savijanja u krajnjim presjecima svih prečaka i sume momenata savijanja u ležišnim presjecima stupova jednaka sumi momenata vanjskih napadnih sila s obzirom na ležišni presjek okvira.

U konkretnom je slučaju:

$$(9{,}2 + 10{,}9) + (21{,}45 + 22{,}2) + (41{,}45 + 46{,}7) -$$
$$- (-32{,}6 - 49{,}75) = 234{,}25,$$
$$9{,}0\,(4{,}0 + 4{,}0 + 5{,}0) + 9{,}0\,(4{,}0 + 5{,}0) +$$
$$+ 6{,}0 \cdot 6{,}0 = 234{,}0.$$

II) Iteracija deformacionih veličina

Obrasci za iteraciono izračunavanje tih veličina, dobiveni iz uslovnih jednadžbi metode deformacija za višespratne okvire sa štapovima iste visine u pojedinim spratovima, glase [8]:

$$(9) \qquad \varphi_i = \frac{\mathfrak{M}_i}{4K_i} + \sum_k \nu_{ik}\,\varphi_k - \nu_{id}\,\overline{\psi}_S - \nu_{ig}\,\overline{\psi}_T,$$

$$(10) \qquad \overline{\psi}_S = \frac{\mathfrak{M}_S}{4K_S} + \sum_S \rho_{id}\,(\varphi_i + \varphi_d).$$

U tim obrascima su označeni sa

φ_i, φ_k kutevi zaokreta čvora i odn. k:

$\overline{\psi}_S = 3\,\psi_S$, $\overline{\psi}_T = 3\,\psi_T$ trostruke vrijednosti kuteva zaokreta stupova u spratu S odn. T,

K_i »krutost čvora« i = suma krutosti štapova čvrsto priključenih u tom čvoru,

K_S, K_T »krutost sprata« S odn. T = suma krutosti stupova u spratu S odn. T,

$\mathfrak{M}_i$ vanjski napadni momenat čvora i, jednak negativnoj sumi ležišnih momenata štapova priključenih u čvoru i, uz pretpostavku totalnog uklještenja štapova u čvoru,

$\mathfrak{M}_S$ vanjski napadni momenat sprata S.

Dalje je:

ν_{ik} prenosni koeficijent, određen obrascem

$$(11) \qquad \nu_{ik} = -\frac{K_{ik}}{2\,K_i},$$

ρ_{ik} distribucioni faktor, određen obrascem

$$(12) \qquad \rho_{ik} = \frac{3}{2}\,\frac{K_{id}}{K_S}.$$

Kako se vidi, koeficijenti ν_{ik} i ρ_{id} u uskoj su vezi sa koeficijentima μ_{ik} i π_{id}:

$$(13) \qquad \nu_{ik} = \frac{1}{2}\,\mu_{ik},$$

$$(14) \qquad \rho_{id} = -2\,\pi_{id}.$$

Za njih imamo kontrolu:

$$(15) \qquad \sum_K \nu_{ik} = -0{,}5,$$

$$(16) \qquad \sum_S \rho_{id} = 1{,}5.$$

Iteracioni račun deformacionih veličina također se može zgodno izvršiti shematski na skici okvira, kako je to prikazano u shemi II. 1.

Na skici okvira upisani su u presjecima uz čvorove prenosni koeficijenti ν_{ik}. Strelice uz njih upozoravaju, da se s njima množe vrijednosti prirasta kuteva zaokreta čvorova na suprotnim krajevima štapova. U sredinama štapova upisani su distribucioni faktori ρ_{id}.

Početne vrijednosti kuteva zaokreta čvorova $\varphi_i^{(o)}$ dobivene su iz približnog momentnog dijagrama simetričnog okvira, prikazanog na sl. 2a, po obrascu, koji neposredno slijedi iz Mohrova stava:

$$(17) \qquad \varphi_i^{(o)} = \frac{M_{ik}^{(o)}}{6K_{ik}}$$

Prema tome imamo:

$$\varphi_3^{(o)} = \varphi_4^{(o)} = \frac{45{,}9}{6 \cdot 6{,}0} = 1{,}275,$$

$$\varphi_5^{(o)} = \varphi_6^{(o)} = \frac{22{,}5}{6 \cdot 3{,}0} = 1{,}250,$$

$$\varphi_7^{(o)} = \varphi_8^{(o)} = \frac{9{,}0}{6 \cdot 2{,}0} = 0{,}750.$$

Zbog jednostavnijeg pisanja računat ćemo sa 1000-strukim vrijednostima tih kuteva. One su upisane u shemi II.1 u kolonu (0) računa prirasta kuteva zaokreta čvorova, u red s oznakom (Δ); njihova negativna vrijednost odmah je prenesena u isti red kolone (1), kao ispravak pogreške učinjene uvođenjem početnih vrijednosti.

Zatim su u koloni (1) računa prirasta kuteva zaokreta spratova izračunati po obrascu (10) prvi prirasti 1000-strukih vrijednosti tih kuteva. Na pr., u računu za kut 1000 ψ_{II} dolazi u red s oznakom (p, Δ) vrijednost

$$1000 \frac{\mathfrak{M}_{II}}{3{,}0 + 4{,}0} = 1000 \frac{(9{,}0 + 9{,}0)\,.\,3{,}0}{28{,}0} = 1928,$$

u red s oznakom $\{{}^5_3\}$ vrijednost

$$\rho_{57}\,(1000\,\Delta\varphi_5^{(o)} + 1000\,\Delta\varphi_7^{(o)}) =$$

$$\frac{9}{14}\,(1250 + 1275) = 1625,$$

a u red s oznakom vrijednost $\{{}^6_3\}$,

$$\rho_{64}\,(1000\,\Delta\varphi_6^{(o)} + 1000\,\Delta\varphi_4^{(o)}) =$$

$$\frac{12}{14}\,(1306 + 1457) = 2167.$$

Iza toga slijedi račun prvih prirasta 1000-strukih kuteva zaokreta čvorova po obr. (9), u kojemu je općenito $\mathfrak{M}_i = 0$, jer štapovi okvira nisu neposredno opterećeni. Pri tome je uzet red obilaženja čvorova: 3, 4, 5, 6, 7, 8. Tako, na pr., u računu prirasta 1000 $\Delta\varphi_5^{(1)}$ dolazi u red s oznakom 7-III vrijednost

$$\nu_{57}\,(1000\,\Delta\varphi_7^{(o)} - 1000\,\Delta\bar{\psi}_{III}^{(1)}) =$$

$$-\frac{2}{16}\,(750 - 4500) = 469,$$

u red s oznakom 6 vrijednost

$$\nu_{56}\,.\,1000\,\Delta\varphi_6^{(o)} = -\frac{3}{16}\,1250 = -234,$$

a u red s oznakom 3-II vrijednost

$$\nu_{53}\,(1000\,\varphi_3^{(o)} + 1000\,\Delta\varphi_1^{(1)} - 1000\,\Delta\bar{\psi}_{II}^{(1)}) =$$

$$-\frac{3}{16}\,(1275 - 235 - 5720) = 877.$$

Poslije izračunavanja prvih prirasta kuteva 1000 $\Delta\varphi_i^{(1)}$ slijedi izračunavanje drugih prirasta 1000 $\Delta\psi_S^{(2)}$ i t. d., čemu ne treba daljnjeg objašnjenja.

II.1

ν =	(1)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
1000 φ_7							
p, Δ	+750	−750					
8		−188	− 51	− 14	− 4	− 1	
5-III		+849	+ 31,5	+ 7	+ 1,5	0	
Σ	+750	− 91	− 19,5	− 7	− 2,5	− 1	+629
	+659						

1000 φ_5							
p, Δ	+1250	−1250					
7-III		+ 469	+ 29	+ 7	+ 2	0	
6		+ 234	− 10	+ 4	+ 2	+ 1	
3-II		+ 897	− 2	− 3	− 1	0	
	+1250	− 138	+ 17	+ 8	+ 3	− 1	+1141
	+1112						

1000 φ_3							
p, Δ	+1275	−1275					
5-II		+ 559	+ 12	− 5	− 2	− 1	
4		− 319	− 46	0	0	0	
I		+ 802	+ 5	− 2	− 1	0	
	+1275	− 233	− 29	− 7	− 3	− 1	+1002
	+1042						

(7) −0,250 → ← −0,167 (8)

−0,250 −0,333

ν =	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
1000 $\bar{\psi}_{III}$						
p, Δ	+1500					
7 5	+1000	−114	− 1	− 1	0	
8 6	+2000	+ 258	+ 37	+ 7	0	
Σ	+4500	+ 143	+ 36	+ 6	0	+4685

+0,500 +1,000

−0,125 −0,1815

(5) −0,1875 → ← −0,137 (6)

−0,1875 −0,1815

1000 $\bar{\psi}_{II}$						
p, Δ	+1928					
5 3	+1623	−239	− 8	+ 1	0	
6 4	+2170	+202	− 16	− 10	− 3	
Σ	+5721	− 37	− 24	− 9	− 3	+5648

+0,643 +0,857

−0,125 −0,133

(3) −0,250 → ← −0,200 (4)

−0,125 −0,157

1000 $\bar{\psi}_{I}$						
p, Δ	+4500					
3	+ 717	− 131	− 16	− 4	− 1	
4	+1196	+ 172	+ 1	− 3	0	
Σ	+6415	+ 41	− 15	− 7	− 1	+6433

+0,562 +0,938

(2) (1)

ν =	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
1000 φ_8							
p, Δ	+750	−750					
7		−110	+ 3	+ 1	+ 1	− 0	
6-III		+1065	+ 54	+ 15	+ 3	0	
Σ	+750	+205	+ 57	+ 16	+ 4	0	+1032

1000 φ_6							
p, Δ	+1250	−1250					
5		− 152	− 2	− 1	0	0	
8-III		+ 681	− 11	− 4	− 2	− 1	
4-II		+ 774	− 7	− 4	− 2	0	-
Σ	+1250	+ 53	− 20	− 9	− 4	− 1	+1269
	1303						

1000 φ_4							
p, Δ	+1275	−1275					
3		− 208	+ 6	− 1	− 1	0	
6-II		+ 594	− 12	− 1	− 0	0	
−I		+1072	+ 7	− 3	− 1	0	
Σ	−1275	− 183	+ 1	− 3	0	0	+1456
	1458						

Kurentna kontrola računa može se vršiti analogno kao kod iteracije momenata pod I.

S izračunatim vrijednostima deformacionih veličina φ_i, ψ_s dobivaju se momenti savijanja u krajnjim presjecima štapova po poznatim obrascima

za prečke:

(18) $$M_{ik} = \mathfrak{M}_{ik} + 2\,K_{ik}(2\,\varphi_i + \varphi_k),$$

za stupove

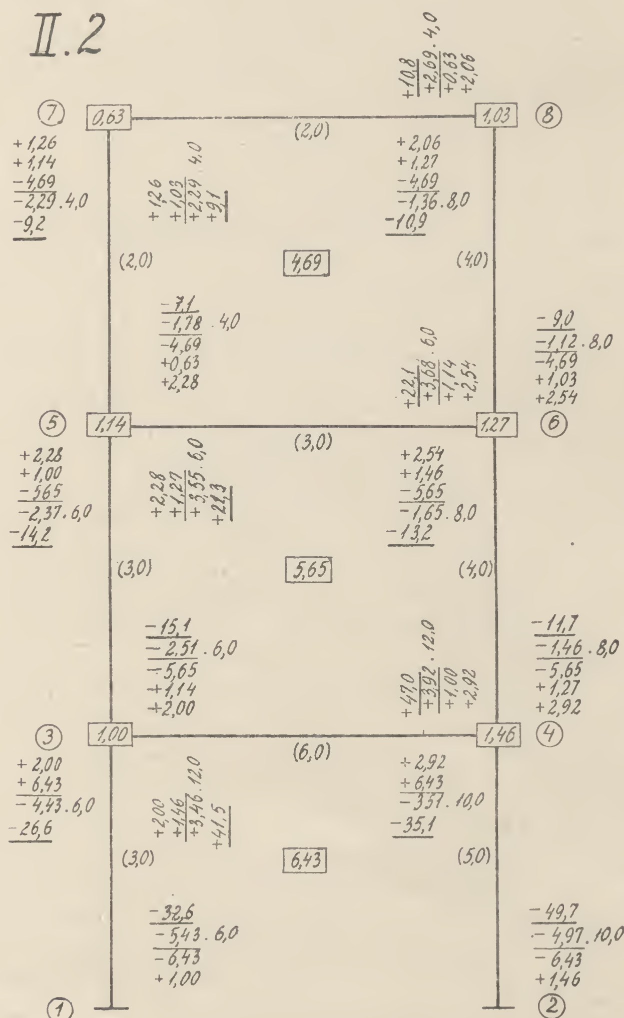
(19) $$M_{id} = \mathfrak{M}_{id} + 2\,K_{id}\,(2\,\varphi_i + \varphi_d - 2\,\bar{\psi}_s),$$

u kojima je u konkretnom slučaju općenito $\mathfrak{M}_{ik} = 0$, $\mathfrak{M}_{id} = 0$.

I taj se račun može izvršiti pregledno na skici okvira. Zbog uspoređenja sume računskog rada pri izračunavanju po postupcima pod I i II on je prikazan u cjelini na shemi II.2.

U čvorovima su upisane iteracijom izračunate vrijednosti kuteva zaokreta čvorova φ_i, a u sredinama stupova trostruke vrijednosti kuteva zaokreta spratova (stupova) $\bar{\psi}_s$. Uz štapove su u zagradama upisane njihove krutosti. Proračun momenata savijanja upisan je uz pojedine presjeke.

Iako su momenti izračunati s vrijednostima deformacionih veličina zaokruženima na dvije decimale, dobiveni rezultati se dobro slažu s onima pod I).



Konačna kontrola. Za svaki čvor mora biti

(20) $$\Sigma\, M_{ik} = 0.$$

Pored toga mora biti ispunjen i uslov izražen obrascem (8).

Postignuto ubrzanje iteracije

Račun pod II) završen je s petim korakom iteracije; stvarno su bila dovoljna četiri koraka. Račun pod I), proveden s vrijednostima početnih momenata povećanima za punih 50%, završen je sa šestim korakom iteracije. Proveden s početnim vrijednostima po obr. (5), on je u svemu analogan računu pod II) i završava se sa četvrtim korakom iteracije. Za račun proveden bez uvođenja početnih vrijednosti potreban je ca. dvostruki broj koraka iteracije. Prema tome se i sa sasvim grubo odabranim početnim vrijednostima postizava osjetljivo ubrzanje iteracije.*

Fizikalno značenje primijenjenog postupka

Čvorovi danog simetričnog okvira na sl. 1, pridržani protiv lateralnih pomaka, dobivaju početna zaokretanja, jednaka procijenjenim zaokretanjima čvorova simetričnog okvira na sl. 2, t. j. zaokretanjima čvorova izostatičkog okvira na sl. 2a, dobivenog umetanjem zglobova u određene presjeke štapova. Nakon toga čvorovi se fiksiraju protiv zaokretanja, a oslobađaju se veze protiv lateralnog pomicanja spratova. Vanjske napadne sile zajedno sa ležišnim akcijama štapova na čvorove, proizvedenima početnim zaokretanjem čvorova, daju lateralne pomake čvorova, koji se približuju stvarnim pomacima čvorova simetričnog okvira na sl. 2, a time, u nešto manjoj mjeri, i stvarnim pomacima čvorova danog nesimetričnog okvira na sl. 1. Nakon uspostavljanja veza protiv lateralnih pomicanja čvorova dadu se čvorovima zaokretanja jednaka negativnim vrijednostima početnih zaokretanja, a poslije toga otpuste veze protiv zaokretanja čvorova, i t. d.

Zaokruživanje vrijednosti napadnih momenata spratova i napadnih momenata čvorova u pojedinim koracima iteracije ima, ako se vrši zaokruženje na apsolutno manju vrijednost, značenje nepotpune relaksacije, a ako se zaokruženje vrši na apsolutnu veću vrjednost, značenje prisilnog daljnjeg zaokretanja sprata odn. čvora nakon izvršene potpune relaksacije.

Zaključak

Uspoređenje naprijed izvršenih iteracionih računa po relaksacionom postupku pod I — izjednačenjem momenata — i pod II — iteracijom deformacionih veličina — potvrđuje zaključke, koje je autor iznio i opširno obrazložio na drugome mjestu [8], t. j., da je postupak pod II barem ekvivalentan postupku pod I.

* Zbog te činjenice postupak se može korisno primijeniti i kod sistema sa više polja, kod kojih procjena dobrih početnih vrijednosti nije tako jednostavna. To će biti pokazano u zasebnom radu.

Što se tiče samog ovdje izloženog postupka ubrzanja iteracionog računa, u konkretnom slučaju ono dolazi dobro do izražaja, iako je primjer, preuzet iz literature, relativno nepovoljan za primjenu tog postupka.* Bitna prednost postupka, pokazana u računu izjednačenja momenata pod I, sastoji se u znatnom pojednostavnjenju i olakšanju samih računskih operacija. Zbog zaokruženja sukcesivnih vrijednosti napadnih momenata spratova i napadnih momenata čvorova u pojedinim koracima iteracije, sve računske operacije pri distribuciji tih momenata lako su se mogle izvršiti u glavi, t. j. čak i bez potrebe logaritmara.

U slučajevima gdje su krutosti štapova izražene višeznamenkastim brojevima, a to znači kod računanja sa stvarnim dimenzijama presjeka štapova, isto tako se cio iteracioni račun može vršiti bez logaritmara. Sukcesivne vrijednosti napadnih momenata spratova i napadnih momenata čvorova zaokruživat će se tako, da se koeficijenti raspodjele množe uglavnom sa jednoznamenkastim brojevima 1 do 9.

Literatura

[1] Kupferschmied V.: Ebene und räumliche Rahmentragwerke. Wien 1952. Julius Springer.

[2] Csonka F.: Une contribution à la simplification de la méthode de Hardy Cross. La Technique Moderne — Construction, Mars 1952.

[3] Oswald E.: Berechnung verschieblicher Rahmertragwerke nach dem Momentenausgleichsverfahren. Die Bautechnik 1953, H. 3.

[4] Csonka P.: Berechnung verschieblicher Rahmentragwerke. Die Bautechnik 1954, H. 12.

[5] Sahmel P.: Beschleunigung der Konvergenz bei Berechnung von Rahmentragwerken nach Kani. Der Stahlbau 1954, H. 11.

[6] Eisenmann J.: Iterationsweise Berechnung von längsverschieblichen Stockwerkrahmen. Der Bauingenieur 1956, H. 2.

[7] Oswald E.: Momentenausgleichsverfahren bei schlechten Konvergenzverhältnissen. Die Bautechnik 1957, H. 2.

[8] Kušević R.: Relaksacioni postupci izračunavanja okvirnih sistema nosača. Naše Građevinarstvo 1954, sv. 11 i 12.

[9] Bressan M.: Proračun lateralno pomičnih okvira metodom iteracije pomoću zamjenjujuće konzole. Građevinar 1958, br. 10.

[10] Luetkens R.: Die Methoden der Rahmenstatik. Ausbau, Zusammenfassung und Kritik. Berlin 1949. Springer-Verlag.

[11] Worch G.: Rahmenberechnung so oder so. Abhandlungen aus dem Stahlbau, H. 12, p. 10 sq. Industrie- und Handelsverlag Walter Dorn GmbH. Bremen-Horn 1952.

[12] Dedekind R.: Gauss in seiner Vorlesung über die Methode der kleinsten Quadrate. Festschrift zur Feier des 150-jährigen Bestehens der kgl. Gesellschaft der Wissenschaften Göttingen. Berlin 1901. (Preštampano u skupljenim djelima R. Dedekinda, sv. III.)

* Nesimetrija okvira otežava izbor infleksionih tačaka odn. početnih vrijednosti za iteracioni račun.

OBLIKOVANJE I ISKOLČAVANJE PRELAZNICA KOD PROTUSMJERNIH I ISTOSMJERNIH KRIVINA

Dr. Ing. **Branko Žnideršič**, univ. prof. Ljubljana

Naši propisi za projektiranje cesta određuju, da se između pravca i krivine trase cesta stavljaju prelaznice. Ta mjera za pravilno oblikovanje trase to je opravdanija, što se u posljednjim godinama motorizirani saobraćaj veoma povećao i na našim cestama. Ovdje treba napomenuti, da potreba prelaznica nije uslovljena samo iz voznotehničkih, nego i iz psiholoških i estetskih razloga, štoviše, za dužinu prelaznica ovi su potonji razlozi još i presudniji.

Prelaznice se ne umeću samo između pravca i krivine ili između dviju protusmjernih krivina, nego i između dviju istosmjernih krivina. U ovom drugom slučaju prelaznica ne mijenja zakrivljenost u granicama $\rho = \infty$ do $\rho = R$ (radius kružnog luka), nego u granicama radiusa odnosnih kružnih lukova R_1 i R_2.

Naši propisi određuju, da se prelaznice izvode u obliku klotoide, t. j. krivulje, koja je najpovoljnija ne samo sa voznotehničkog, nego i sa estetskog stanovišta, jer se njena zakrivljenost $1/\rho$ mijenja upravno i linearno s dužinom luka, t. j. sa stvarnom dužinom putanje vozila.

1. Prelaznica među protusmjernim krivinama

Preduslov za umetanje ovakvih prelaznica je primjerena međusobna udaljenost obiju krivina.

Dva su načina umetanja ovakvih prelaznica:

a) Od zajedničke tangente obiju lukova odmaknemo odnosne kružne lukove za odgovarajuće pomake ΔR_1, odnosno ΔR_2. Ovaj način nije preporučljiv, jer se pomakom kružnih lukova mogu dobiti veliki nerazmjeri u promjeni količina zemljanih radova, što bi opet prouzročilo ponovno pomicanje trase.

b) Kružne lukove ostavljamo na svome mjestu, ali tangentu zaokrenemo toliko, koliko je potrebno da se dobiju potrebna odmicanja ΔR_1 i ΔR_2, koja odgovaraju dotičnim dužinama prelaznica L_1 i L_2. Taj je način podesan i za naknadna umetanja prelaznica na već postojećim cestama, jer se pri tome trasa ceste tek minimalno korigira.

Ako međupravac nije predug, umjesno je da se među protusmjernim krivinama prelaznice tako izvedu, da im početne točke padaju zajedno, odnosno bar vrlo blizu.* Mali razmaci početnih točaka

* Ni u kom slučaju ne smiju se prelaznice presizati.

prelaznica praktički se okom ni ne primjećuju na gotovoj cesti (naročito, ako je sama prelaznica dosta duga), jer se na tim mjestima i sama prelaznica mnogo ne razlikuje od pravca. Ta nam činjenica ujedno i bitno olakšava projektiranje prelaznica na takvim mjestima.

Kod prelaznica između protusmjernih krivina preporuča se pridržavanje približnog odnosa:

$$R_1 \cdot L_1 = R_2 \cdot L_2,$$

što znači, da je dužina prelaznice obrnuto razmjerna s veličinom radiusa krivine kružnog luka. To pravilo nam olakšava i projektiranje vitoperenja, jer manji radiusi iziskuju veće poprečne nagibe.

Kod primjene gore pod b) navedenog sistema umetanja prelaznica postupamo kako slijedi iz sl. 1. Dužine prelaznica izračunavamo po formulama:

$$L_1 = k_1 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot p, \qquad L_2 = k_1 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot p,$$

gdje *p* označuje dužinu međupravca, a k_1 neki koeficijent, kojega za odnosni omjer R_1/R_2 možemo očitati iz tabele 1. (Ako se vrijednost omjera R_1/R_2 ne nalazi u tabeli, vrijedi linearna interpolacija).

Na osnovu gore izračunatih vrijednosti L_1 i L_2 odabiremo zaokružene veličine, koje se nalaze u Priručniku za iskolčavanje prelaznica, ili ih izračunamo na osnovi sličnosti klotoida. Kod toga treba paziti, da veličina $L_1 + L_2$ ne bude veća, nego jednaka ili manja od dužine međupravca *p*. Pravu dužinu međupravca određujemo na način pokazan na sl. 1. Dalje postupamo na poznati način iskolčavanja prelaznica.

P r i m j e r 1. $R_1 = 120$ m, $R_2 = 350$ m, $p = 75$ m. Za odnos $\frac{R_1}{R_2} = \frac{120}{350} = 0{,}343$ dobivamo linearnom interpolacijom iz tabele 1 veličinu $k_1 = 1{,}520$;

T a b e l a br. 1

Tabela koeficijenata k_1

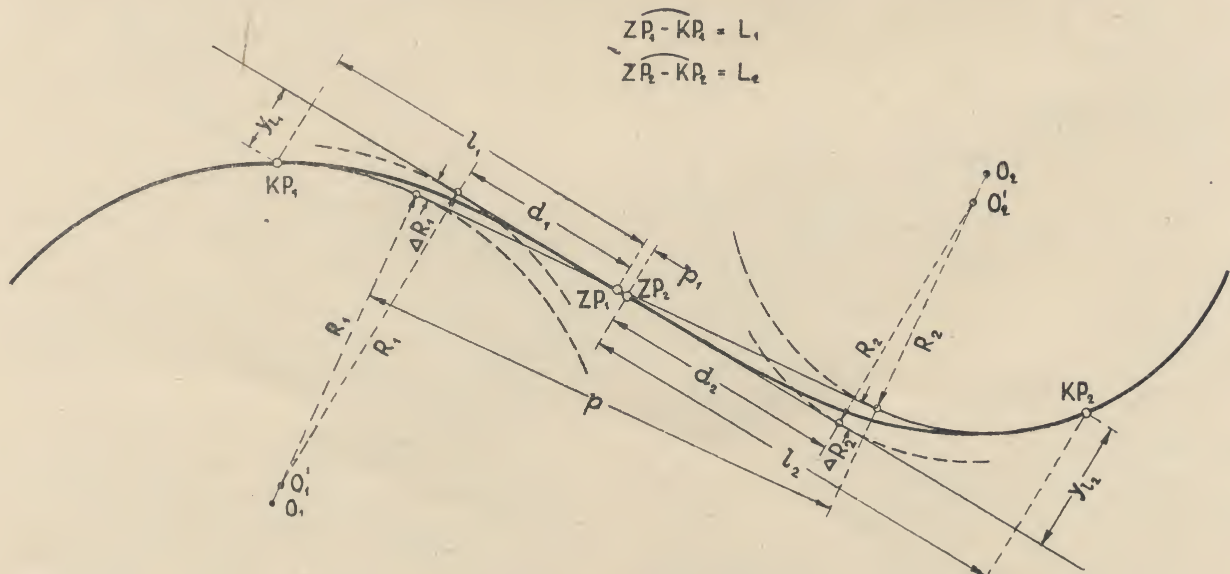
R_1/R_2	k_1	R_1/R_2	k_1	R_1/R_2	k_1	R_1/R_2	k_1
0,100	1,003	0,180	1,253	0,320	1,494	0,600	1,687
	42		24		23		16
0,110	1,045	0,190	1,277	0,340	1,517	0,650	1,703
	37		23		21		12
0,120	1,082	0,200	1,300	0,360	1,538	0,700	1,715
	33		42		19		9
0,130	1,115	0,220	1,342	0,380	1,557	0,750	1,724
	31		37		17		7
0,140	1,146	0,240	1,379	0,400	1,574	0,800	1,731
	29		33		39		6
0,150	1,175	0,260	1,412	0,450	1,613	0,850	1,737
	27		30		30		4
0,160	1,202	0,280	1,442	0,500	1,643	0,900	1,741
	26		27		24		2
0,170	1,228	0,300	1,469	0,550	1,667	0,950	1,743
	25		25		20		2
0,180	1,253	0,320	1,494	0,600	1,687	1,000	1,745

$$L_1 = 1{,}520 \cdot \frac{350}{120 + 350} \cdot 75 = 84{,}4 \text{ m},$$

$$L_2 = 1{,}520 \cdot \frac{120}{120 + 350} \cdot 75 = 29{,}1 \text{ m}.$$

Najbliže vrijednosti u priručniku su: $L_1 = 80$ m, $L_2 = 30$ m. Približna dužina razmaka između početaka obiju prelaznica (za praksu dovoljno točno određena) dobiva se jednostavnim računom:

$$p_1 = \frac{(84{,}4 + 29{,}1) - (80 + 30)}{2} = 1{,}75 \text{ m}.$$



Slika 1

(Račun je približan, jer su dužine L_1 i L_2 računate na bazi približne dužine međupravca p; vidi sl. 1).

Za odabrane radiuse dobivamo iz Priručnika:

$$\Delta R_1 = 2{,}213 \text{ m}, \quad \Delta R_2 = 0{,}107 \text{ m},$$
$$l_1 = 79{,}116 \text{ m}, \quad l_2 = 29{,}994 \text{ m},$$
$$d_1 = 39{,}852 \text{ m}, \quad d_2 = 14{,}999 \text{ m},$$
$$y_{l1} = 8{,}819 \text{ m}, \quad y_{l2} = 0{,}429 \text{ m},$$

čime su obe prelaznice potpuno određene.

Primjer 2. $R_1 = R_2 = 250$ m, $p = 105$ m. Za odnos $R_1 = R_2$ dobivamo iz tabele 1 veličinu $k_1 = 1{,}745$.

$$L_1 = L_2 = 1{,}745 \cdot \frac{250}{250 + 250} \cdot 105 = 91{,}6.$$

Najbliža niža vrijednost u Priručniku je $L = 90$ m. Odaberemo li tu dužinu prelaznica, dobivamo razmak početaka; $p_1 = \frac{2 \cdot 91{,}6 - 2 \cdot 90}{2} = 1{,}6$ m. Iz Priručnika dobivamo nadalje:

$$\Delta R_1 = \Delta R_2 = 1{,}348 \text{ m},$$
$$l_1 = l_2 = 89{,}707 \text{ m},$$
$$d_1 = d_2 = 44{,}951 \text{ m},$$
$$y_{l1} = y_{l2} = 5{,}388 \text{ m},$$

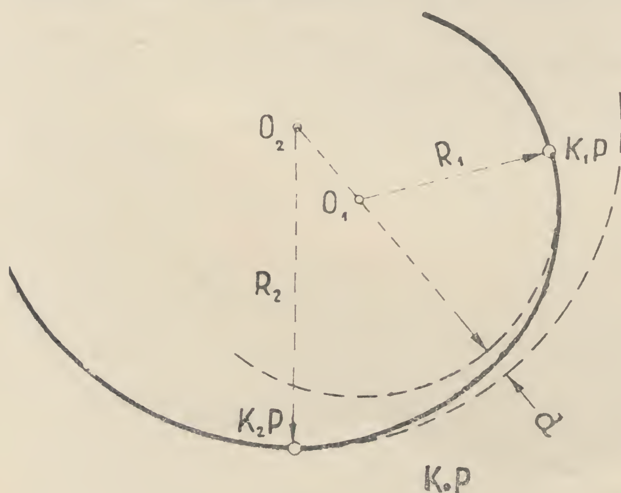
čime su obje prelaznice određene.

2. Prelaznice među istosmjernim krivinama (košarastim)*

U praksi možemo ove prelaznice izostaviti, ako je razlika veličina radiusa krivina malena. Kao granični slučaj možemo uzeti, kada se veličina jednog radiusa kreće oko 1,2 do 1,5 veličine drugoga.

Treba razlikovati dva slučaja košarastih krivina i to:

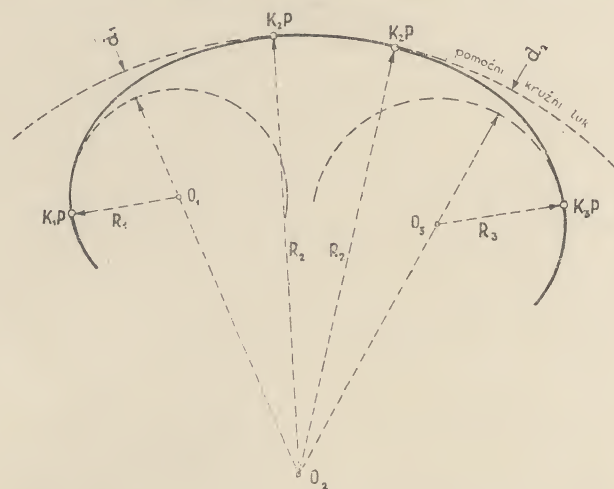
a) Kružni luk manjeg radiusa leži unutar kružnog luka većeg radiusa (v. sl. 2). U tom slučaju možemo postaviti direktnu prelaznicu između oba kružna luka.



Slika 2.

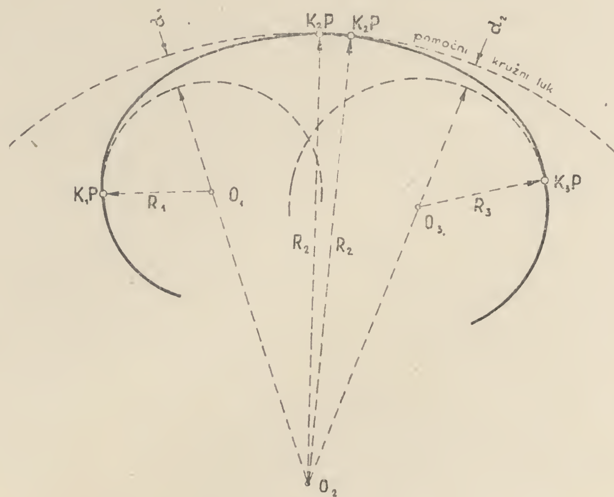
* Vidi i članak Ing. V. Bedekovića: Prelaznice među istosmjernim krivinama (Naše Građevinarstvo br. 5 iz god. 1949.).

b) Ako se kružni lukovi nalaze jedan pored drugoga ili se sijeku, potrebno je položiti pomoćni



Slika 3

kružni luk (v. sl. 3 i 4). U tom slučaju polažemo prelaznice iz oba kružna luka na taj pomoćni treći kružni luk, na način kao u slučaju pod a).



Slika 4

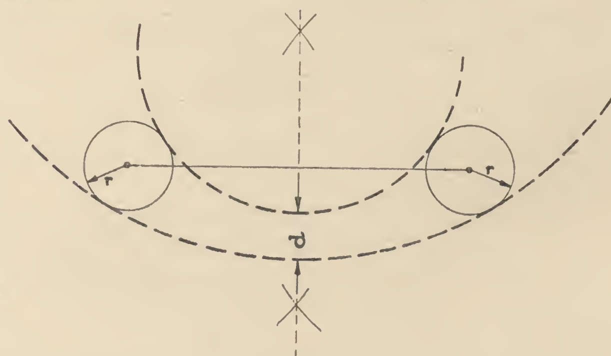
Oba gore navedena slučaja svode se dakle na slučaj pod a).

Kako je već ranije naglašeno, među istosmjerne krivine ne stavlja se cijela dužina prelaznica, nego samo onaj njen dio, na kojemu se zakrivljenost prelaznice kreće u granicama zakrivljenosti obiju kružnih lukova R_1 i R_2.

Postupak rada je ovaj:

U prvom redu treba odrediti točno mjesto najmanjeg razmaka d između obaju kružnih lukova. Ako nam središta lukova ne padaju u površinu nacrta, pomažemo si tako (v. sl. 5), da neku povoljnu manju kružnicu (nacrtanu na prozirnom papiru) smjestimo u dodirni položaj s obje strane

najužeg mjesta. Najuže mjesto nalazi se tada na simetrali spojnice središta obaju položaja malih kružnica.



Slika 5

Da bismo dobili središnji kut prelaznice, odredimo najprije zamišljenu srednju veličinu radiusa po formuli:

$$R_m = \frac{2\,R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

Veličinu središnjeg kuta izračunamo tada po formuli:

$$\cos\alpha_m = \frac{R_m - R_1 - d}{R_m - R_1}.$$

U lučnoj mjeri veličina tog kuta iznosi:

$$\tilde{\alpha}_m = \frac{\alpha''_m}{206265} \quad \text{odnosno} \quad \alpha''_m = \tilde{\alpha}_m \cdot 206265$$

Lučna dužina prelaznice iznosi dakle:

$$L = k_2 \cdot R_m \cdot \tilde{\alpha}_m.$$

Veličinu k_2 za pojedine odnose R_1/R_2 očitamo iz tabele br. 2, kod čega se i opet možemo poslužiti linearnom interpolacijom.

Cjelokupna dužina cijele prelaznice od ZP do K_1P (v. sl. 6) iznosi: $L_1 = \frac{R_2}{R_2 - R_1} \cdot L.$

Lučna dužina dijela prelaznice, koji ne dolazi u obzir (od $\rho = \infty$ do $\rho = R_2$ = radiusu kružnog luka s većim radiusem), t. j. dijela od ZP do K_2P, iznosi: $L_2 = L_1 - L$, odnosno:

$$L_2 = \frac{R_1}{R_2} \cdot L_1$$

(iz uslova: $R_1 \cdot L_1 = R_2 \cdot L_2$).

Dužina dijela prelaznice između oba kružna luka je:

$$L = \frac{R_2 - R_1}{R_2} \cdot L_1.$$

Kontrola:

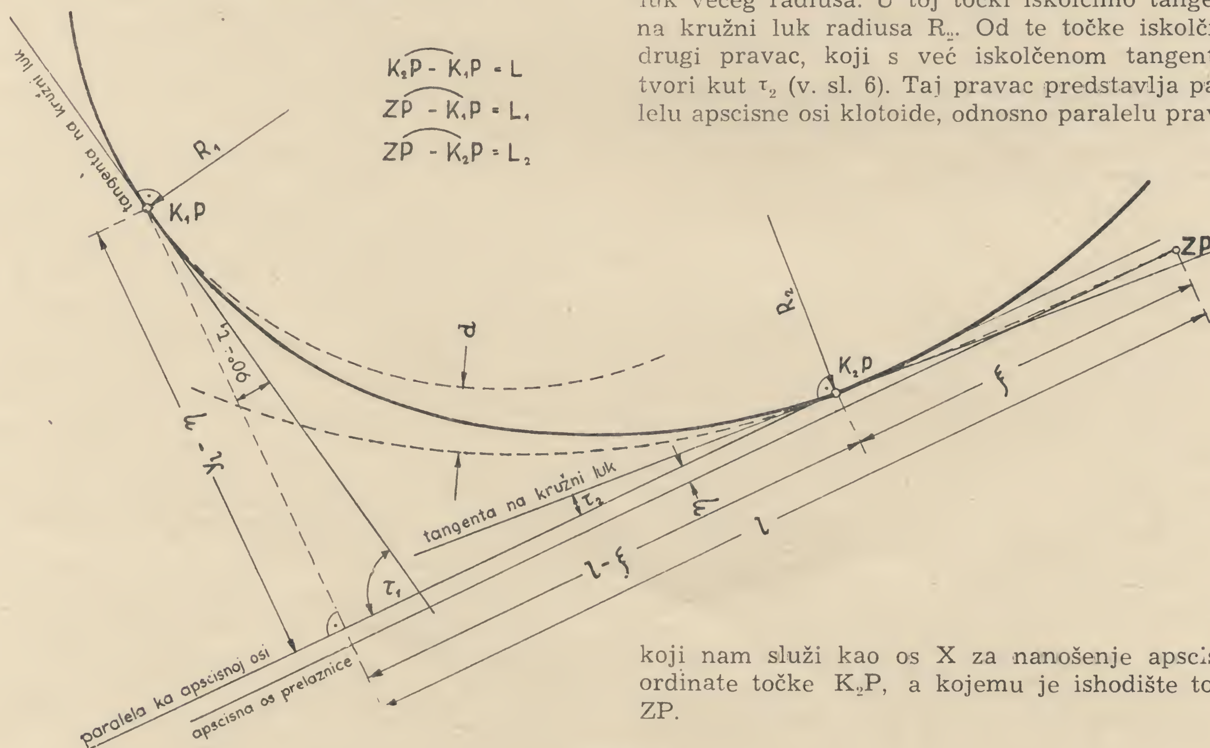
$$\tilde{\alpha}_m = \frac{L}{k_2 \cdot R_m}.$$

Veličinu *d* dobivamo sada iz odnosa:

$$d = R_m - R_1 - (R_m - R_1) \cdot \cos\alpha_m.$$

Na bazi gornjih izvoda izračunatu dužinu L_1 gotovo nikada ne možemo naći u Priručniku. Zbog toga je potrebno da dužinu prelaznice zaokružimo na najbližu vrijednost iz Priručnika, pa za tu dužinu izračunamo odgovarajuću veličinu *d*, koja će se veoma malo razlikovati od prvobitne.

Kada su nam fiksirane veličine L_1, L_2 i L, odredimo približno mjesto priključka prelaznice na luk većeg radiusa. U toj točki iskolčimo tangentu na kružni luk radiusa R_2. Od te točke iskolčimo drugi pravac, koji s već iskolčenom tangentom tvori kut τ_2 (v. sl. 6). Taj pravac predstavlja paralelu apscisne osi klotoide, odnosno paralelu pravca, koji nam služi kao os X za nanošenje apscise i ordinate točke K_2P, a kojemu je ishodište točka ZP.



Slika 6

Sada treba da odredimo apscisu i ordinatu točke K_2P, t. j. dužine ζ i η. Lučnu dužinu $K_2\widehat{P\,ZP}$ poznamo, jer je ona $= L_2$. Ako ta dužina nije prevelika u odnosu na cijelu dužinu prelaznice L_1, možemo uzeti da je $\zeta = L_2$, jer će se te dvije dužine veoma malo razlikovati. U protivnom slučaju veličinu ζ treba računati po jednadžbi:

$$\xi = L_2 \left[1 - 0{,}1 \left(\frac{L_2^2}{2\,R_1 L_1} \right)^2 + \ldots\ldots \right].$$

Ako se veličina ξ nalazi među apscisama odabrane prelaznice u Priručniku, možemo lako očitati i veličinu η. U protivnom slučaju veličinu ove ordinate moramo izračunati iz formule:

$$\eta = \frac{L_2^3}{6\,R_1 L_1} \left[1 - 0{,}07143 \left(\frac{L_2^2}{2\,R_1 L_1} \right)^2 + \ldots \right].$$

Ako dužina L_2 nije prevelika u odnosu na cijelu dužinu prelaznice, dovoljno je računati samo s prvim članom slijeda gornjih formula.

Nakon dobivanja ordinata točke K_2P dobivamo sve ostale točke prelaznice tako, da od apscisa iz Priručnika odbijemo veličinu ξ, a od očitanih ordinata odbijemo veličinu η (ako prelaznicu iskolčavamo iz točke K_2P). Ako prelaznicu iskolčavamo iz točke ZP, dobivamo apscise i ordinate izravnim očitavanjem iz Priručnika. Na isti način dobivamo i koordinatne veličine točke K_1P (kraja prelaznice), odakle počinje kružni luk manjeg radiusa.

Veličinu kuta τ_2, koji tvori tangenta na kružni luk većeg radiusa (u točki K_2P) s apscisnom osi klotoide, izračunamo iz formule:

$$\tau^0_2 = \frac{L_2^2}{2\,R_1 L_1} \cdot 57{,}2957795.$$

Kut τ_1 između tangente na kružni luk manjeg radiusa u točki K_1P i apscisne osi klotoide očitamo iz Priručnika, jer je to kut τ_1 za polumjer R_1 i dužinu prelaznice L_1.

Na terenu najprije približno odredimo položaj točke K_2P, odredimo smjer tangente na kružni luk većeg polumjera R_2 i smjer paralele s apscisnom osi klotoide. Nakon toga s izračunatim koordinatama iskolčimo točku K_1P. Ako terenski položaj tako iskolčene točke odgovara, tada normalno oskolčavamo ostale točke prelaznice. U protivnom slučaju pomaknemo položaj točke K_2P u odgovarajućem smjeru kružnog luka većeg polumjera i ponovno iskolčimo točku K_1P.

Želimo li prelaznicu iskolčavati polarnom metodom, tad kao ishodište iskolčavanja moramo uzeti točku ZP, a iskolčavanje vršiti počam od točke K_2P. Točku ZP odredimo (iskolčimo) pomoću koordinata ξ i η.

Ponekad je prikladnije započeti iskolčavanjem od točke K_1P. Postupak je tada ovakov:

Najprije kroz tu točku iskolčimo tangentu na kružni luk, a zatim kroz istu točku pravac, koji s tangentom čini kut $90 - \tau_1$. Taj pravac nam daje smjer ordinate točke K_1P. Na taj način možemo odmah iskolčiti i apscisnu os klotoide. Odmjeravanjem dužine $l - \xi$ dobivamo položaj točke K_2P. Ostali postupak jednak je gore opisanom.

Ako je operativni poligon vezan na koordinatnu mrežu, izračunamo koordinate točaka K_1P i K_2P i smjer paralele apscisne osi, i sve prenesemo na teren. Za iskorištenje polarnog iskolčavanja potrebno je pored gornjih točaka izračunati i koordinate točke ZP i prenijeti ih na teren.

Primjer 1

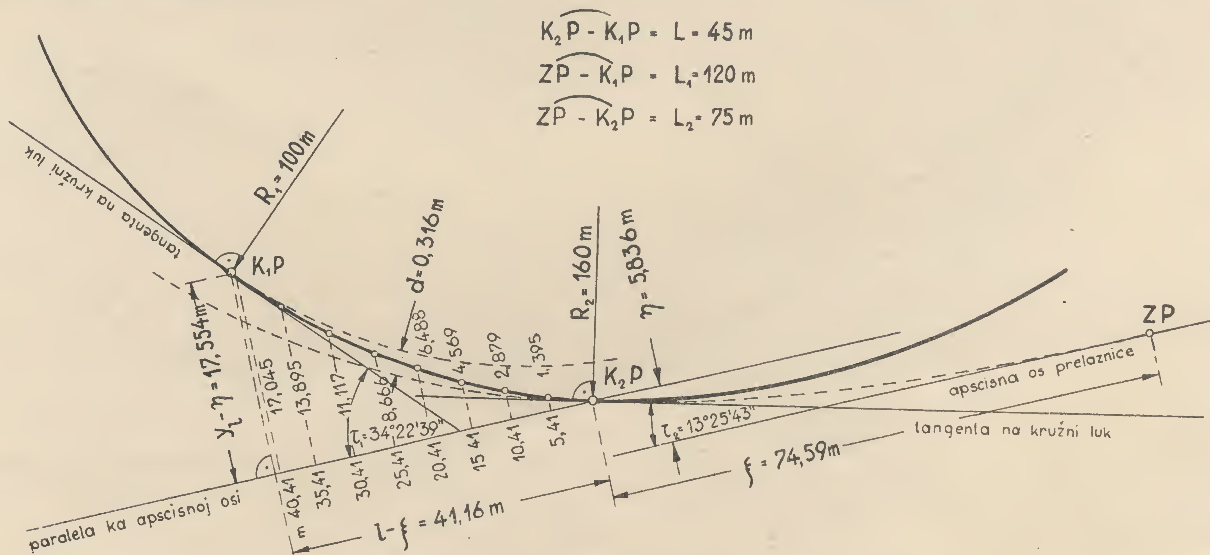
$R_1 = 100$ m, $R_2 = 400$ m, $d = 1{,}00$ m (v. sl. 7),

$$R_m = \frac{2 \cdot 100 \cdot 400}{100 + 400} = 160 \text{ m},$$

$$\cos\alpha_m = \frac{160 - 100 - 1{,}0}{160 - 100} = 0{,}9833333,$$

$$\alpha_m = 10^0\,28'\,31'' = 37711'',$$

$$\tilde{\alpha}_m = \frac{37711}{206265} = 0{,}1828.$$



Slika 7

Tabela br. 2

$\frac{R_1}{R_2}$	k_2	$\frac{R_1}{R_2}$	k_2
0,000	1,738	0,500	2,121
	81		69
0,100	1,818	0,600	2,190
	79		68
0,200	1,897	0,700	2,258
	77		65
0,300	1,974	0,800	2,323
	75		64
0,400	2,049	0,900	2,387
	72		
0,500	2,121		

Za odnos $\frac{R_1}{R_2} = \frac{100}{400} = 0,250$ dobivamo iz tabele 2 vrijednost veličine $k_2 = 1,935$. Dužina luka je dakle:

$$L = 1,935 \cdot 160 \cdot 0,1828 = 56,59,$$

a dužina cijele prelaznice:

$$L_1 = \frac{400}{400 - 100} \cdot 56,59 = 75,44.$$

Kako u Priručniku nemamo primjer za tu dužinu prelaznice, odaberemo veličinu $L_1 = 80$ m, pa ponovimo račun u obrnutom smjeru.

$$L = \frac{400 - 300}{400} \cdot 80 = 60 \text{ m},$$

$$L_2 = 80 - 60 = 20 \text{ m}.$$

$$\text{Kontrola: } L_2 = \frac{100}{400} \cdot 80 = 20 \text{ m}.$$

R_m i k_2 su nam već poznati, pa dobivamo:

$$\tilde{\alpha}_m = \frac{60}{1,935 \cdot 160} = 0,1938,$$

$$\alpha_m = 0,1938 \cdot 206265 = 39974'' = 11^0\,06'\,14'',$$

$$\cos \alpha_m = 0,9812796,$$

$$d = 160 - 100 - (160 - 100) \cdot 0,9812796 = 1,123 \text{ m}.$$

Kako vidimo, veličina *d* nije se osjetno promijenila zbog odabiranja okrugle brojke dužine prelaznice.

Budući da lučna dužina L_2 nije velika u odnosu na dužinu cijele prelaznice, možemo uzeti da je $\xi = L_2 = 20$ m. Za tu apscisu očitamo u Priručniku veličinu $\eta = 0,167$ m. Za iskolčivanje iz točke K_2P dobivamo iz Priručnika koordinate kako je navedeno u tabeli na kraju ove stranice.

Kut τ_2 izračunamo

$$\tau_2 = \frac{20^2}{2 \cdot 100 \cdot 80} \cdot 57,2957795 = 1,4323945^0,$$

$$\tau_2 = 1^0\,25'\,57''.$$

Kut τ_1 očitamo iz Priručnika za $R_1 = 100$ m i $L_1 = 80$ m:

$$\tau_1 = 22^0\,55'\,06''.$$

Time je prelaznica sasvim određena, pa je možemo lako iskolčiti na ranije opisani način. No želimo li iskolčenje vršiti polarnim koordinatama, moramo najprije iskolčiti točku ZP, za koju su nam koordinate ξ i η već poznate.

Primjer 2.

Zadane su veličine: $R_1 = 100$ m, $R_2 = 160$ m, $L_1 = 120$ m (v. sl. 8).

Najprije izračunamo L_1 i L_2:

$$L = \frac{160 - 100}{160} \cdot 120 = 45 \text{ m},$$

$$L_2 = 120 - 45 = 75 \text{ m}.$$

$$\text{Kontrola: } L_2 = \frac{100}{160} \cdot 120 = 75 \text{ m}.$$

Pomoćni srednji polumjer R_m je:

$$R_m = \frac{2 \cdot 100 \cdot 160}{100 + 160} = 123,077 \text{ m}.$$

Za zadani odnos radiusa $R_1 : R_2$ dobivamo iz tabele 2 vrijednost $k_2 = 2,207$.

$$\tilde{\alpha}_m = \frac{45}{2,207 \cdot 123,077} = 0,165666,$$

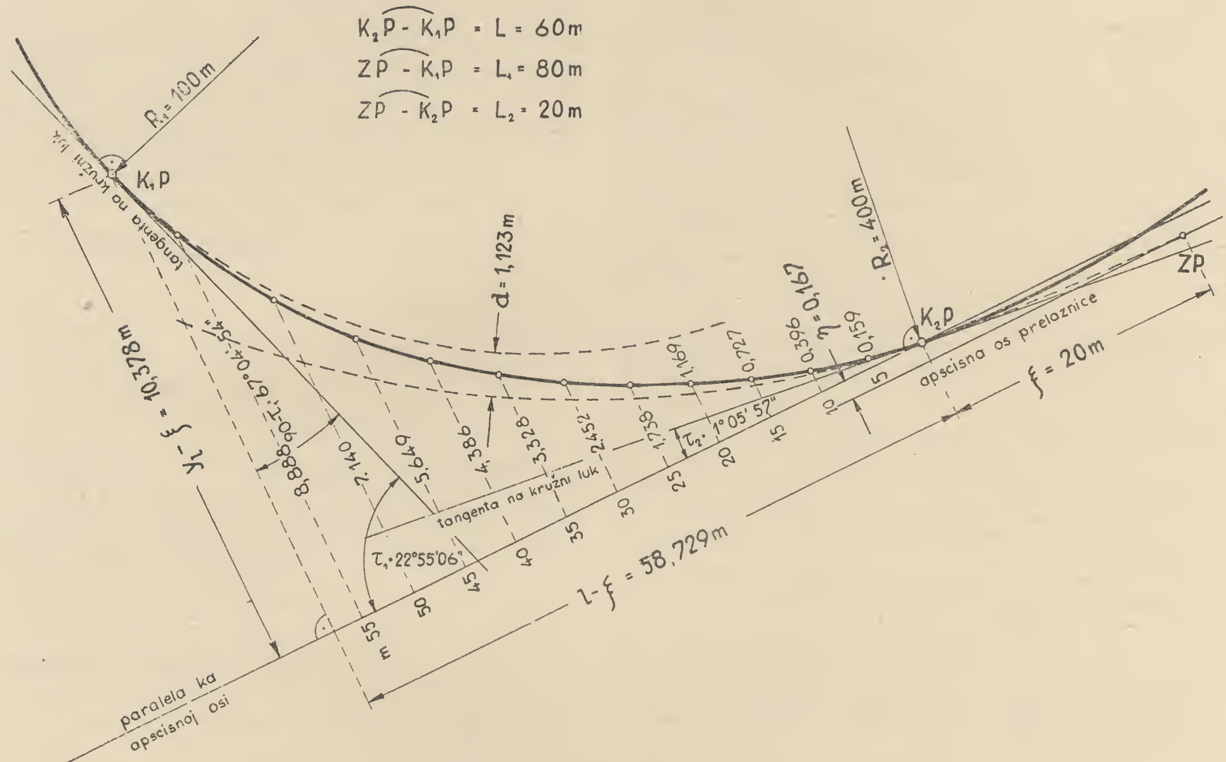
$$\alpha_m = 0,165666 \cdot 206265 = 34171'' = 9^0\,29'\,31'',$$

$$\cos \alpha_m = 0,9863088,$$

$$d = 123,077 - 100 - (123,077 - 100) \cdot 0,9863088 = 0,316 \text{ m}.$$

Treba još izračunati koordinate točke K_2P. Lučna udaljenost od točke ZP do točke K_2P iznosi: $L_2 = 75$ m. Kako je ta dužina u odnosu na cijelu dužinu prelaznice suviše velika, da bi je mogli

Apscisa od točke ZP	Umanjena apscisa od točke K_2P	Ordinate prelaznice, mjerene od paralele s apscisom kroz točku K_2P
m	m	m
K_2P 20,0	20,000 — 20,0 = 0,0	0,167 — 0,167 = 0,000
25,0	25,000 — 20,0 = 5,0	0,326 — 0,167 = 0,159
itd	itd.	itd
75.0	75,000 — 20,0 = 55,0	9,055 — 0,167 = 8,888
K_1P 78,729	78,729 — 20,00 = 58,729	10,545 — 0,167 = 10,378



Slika 8

uzeti kao apscisu točke K_2P, to treba da obje koordinate izračunamo po ranije navedenim formulama:

$$\xi = 75 \left[1 - 0{,}1 \left(\frac{75^2}{2 \cdot 100 \cdot 120} \right)^2 \right] = 74{,}59 \text{ m},$$

$$\eta = \frac{75^3}{6 \cdot 100 \cdot 120} \left[1 - 0{,}07143 \left(\frac{75^2}{2 \cdot 100 \cdot 120} \right)^2 \right] = 5{,}836 \text{ m}.$$

Koordinate ostalih točaka u odnosu na točku K_2P očitamo iz Priručnika:

Preostaje još da izračunamo veličinu kuteva τ_1 i τ_2:

$$\tau_2 = \frac{75^2}{2 \cdot 100 \cdot 120} \cdot 57{,}2957795 = 13{,}428698^0 = 13^0\,25'\,43''.$$

Kut τ_1 možemo očitati iz Priručnika za $R_1 = 100$ m i za $L_1 = 120$ m: $\tau_1 = 34^0\,22'\,39''$.

Dalje postupamo kao i u primjeru br. 1.

Apscisa od točke ZP	Umanjena apscisa od točke K_2P	Umanjena ordinata od paralele s apscisnom osi kroz točku K_2P
m	m	m
K_2P . . 74,59	74,59 — 74,59 = 0,0	5,836 — 5,836 = 0,000
80,00	80,00 — 74,59 = 5,41	7,231 — 5,836 = 1,395
85,00	85,00 — 74,59 = 10,41	8,715 — 5,836 = 2,395
itd	itd	itd
110,00	110,00 — 74,59 = 35,41	19,731 — 5,836 = 13,895
115,00	115,00 — 74,59 = 40,41	22,881 — 5,836 = 17,045
K_1P . . 115,75	115,75 — 74,59 = 41,16	23,390 — 5,836 = 17,554

LITERATURA

Walter Schürba: Klothoidenabstecktafeln (1942).
Kasper-Schürba-Lorenz: Die Klothoide als Transsierungselement (1954)
Herman Brandenburg: Siebenstellige trigonometrische Tafel (1931)
Branko Žnideršič: Priručnik za iskolčavanje prelaznih krivina u obliku klotoide (1947)
Branko Žnideršič: Priručnik za polarno iskolčavanje prelaznih krivina u obliku klotoide (1949)
Branko Žnideršič: Prelazne krivine na putevima i željeznicama (1949)

PROBLEM ZAGREBAČKOG ŽELJEZNIČKOG ČVORIŠTA

Ing. **Milko Sinković**, Zagreb

I

U nedavno izašlim brojevima ovogodišnjeg »Građevinara« iznijeli su svoje vrlo značajne doprinose k problemu zagrebačkog željezničkog čvorišta poznati stručnjaci za prometna pitanja, pogotovo za ona grada Zagreba, Dr. Ing. Čabrian i Ing. Mandl, koji se nisu samo recentno počeli baviti tim pitanjima. Njihovi su doprinosi u toliko značajniji i aktuelniji za konačno dolaženje do definitivnog rješenja tog pitanja, što razmatraju taj problem s posebnih aspekata. Zato bih mogao da ih označim kao apsolutno pozitivne.

Oficijelno rješavanje tog problema nije se u toku ove godine ni najmanje stabiliziralo, već naprotiv još zamrsilo novim idejama i kombinacijama. Konačna slika projekta iz godine 1957 (P57) postala je time samo nejasnija, jer se čini da su u nju bila ugurana i neka etapna rješenja. Nije mi jasno, što je zapravo takozvano »usvojeno rješenje«, jer se mogu oslanjati samo na podatke objelodanjene u stručnim časopisima; nekog službenog saopćenja o »usvojenom rješenju« dosada nije bilo, niti je ono stavljeno na uvid.

Prema podacima iz stručnih časopisa prvobitna shematska slika P57 (vidi »Železnice« 1957, br. 7 ili »Građevinar« 1958, br. 4), bila je odlukom željezničke revizione komisije krajem god. 1957 temeljito izmijenjena (vidi »Železnice« 1957, br. 12 ili »Građevinar« 1958, br. 6), dok se nije konačno u »Građevinaru« 1958, br. 8 pojavila opet nova slika, kao neka kombinacija prijašnjih, s time da bi to bilo »usvojeno rješenje«.

U čemu su te najnovije razlike? Već su u projektu P53 (projekt Ing. Čaklovića iz g. 1953) bili napušteni postojeći pružni priključci od Karlovca i Siska, koji prelaze preko rijeke Save, zajedno sa savskim mostom. I željeznička komisija u Zagrebu iz g. 1955 izjavila se za nužnost tog napuštanja, pa je ono eo ipso ušlo i u prvobitni projekt P57, s time da te pruge, pa makar podignute iznad nivoa cesta tako, da danas ispod njih prolazi 10 cestovnih podvožnjaka, čine urbanistički toliku smetnju razvitku grada Zagreba, da ih treba bezuvjetno odstraniti. Korekturom revizione komisije bio je opet napušten zapadni željeznički spoj preko Save, s time da treba zadržati postojeći spoj, koji će preuzeti funkciju planiranog zapadnog spoja. U posljednjoj shematskoj slici zadržan je postojeći spoj preko Save, ali je crtkasto ucrtan i zapadni spoj, koji bi se eventualno mogao realizirati u dalekoj budućnosti, ako bi se za to ukazala potreba iz bilo kojeg razloga.

Postojeći spoj preko Save, koji je bio u dva projekta eliminiran kao velika smetnja razvitku grada, sada je odjedared izgubio tu svoju toliko isticanu negativnu funkciju prema urbanističkim zahvatima i pojavljuje se opet u aktivnoj funkciji revidiranog projekta P57. U konačnoj slici opet se hipotetično pojavljuje uz postojeći spoj preko Save još i onaj na zapadnoj strani čvorišta. Nije mi jasno, zašto se zapadni spoj opet pojavio, iako hipotetično, kada se Gradski narodni odbor u Zagrebu naknadno saglasio da pruga preko postojećeg mosta ostaje i u definitivnoj etapi (»Železnice«, 1957, br. 12, str. 18).
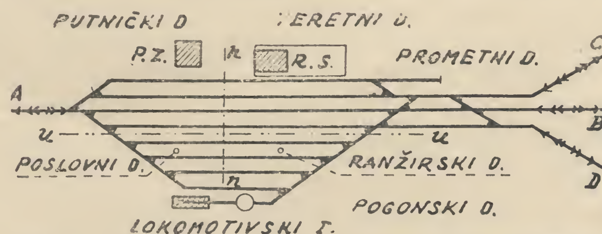
Već samo to kolebanje između novog zapadnog pružnog spoja i postojećeg spoja preko Save najbolji je kriterij za prosuđivanje ozbiljnosti tih ideja i projekata, te svakako mora pobuditi sumnju, da nešto ne može biti u redu. Tako lako i jednostavno međusobno zamjenjivanje tih spojeva ukazuje na to, da njihove funkcije nisu bile dovoljno duboko prostudirane, niti analize prometa dovoljno pomno provedene. Na bitne funkcije tih spojeva povratit ću se još u toku daljnjih izvoda.

Gornja, u kratkim potezima prikazana zbivanja za donošenje konačnog i definitivnog idejnog rješenja kroz posljednju godinu dana uvjerila su me, da na taj način ne možemo računati skoro na tako željno očekivano »usvojeno rješenje«, a ujedno su me ponukala, da ukažem na put, koji je prema današnjem stanju znanosti o kolodvorima i čvorištima jedino moguć, da bi se to pitanje od vitalne važnosti za grad Zagreb dovelo do konačnog završetka.

II

Za razumijevanje konačnih izvoda i zaključaka za buduće uređenje zagrebačkog čvorišta potrebno je poznavati niz osnovnih pojmova i znanstvenih principa kod projektiranja i saniranja postojećih čvorišta. Te sam pojmove i principe obrazložio u »Građevinaru« 1957, br. 6, pa se s njima ne mogu dalje baviti na ovom mjestu. U izvatku ću iznijeti samo slike, koje se odnose na razvitak dinamičnog željezničkog čvorišta u njegovim pojedinim fazama, s kratkim objašnjenjem.

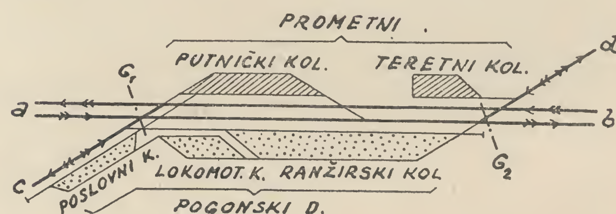
Željezničko čvorište je produkt njegovog dugogodišnjeg razvitka. Ono nastaje samo gdje se u jednom kolodvoru sastaju najmanje dvije, obično više pruga. Takav kolodvor možemo nazvati »čvorišnim«, jer ujedinjuje u jednoj jedinici i sve prometne uređaje (putnički i teretni dio) i sve po-



Sl. 1 — Shema jednostavnog čvorišnog kolodvora u prvoj fazi razvitka

gonske uređaje (ranžirski, poslovni i lokomotivski dio). To stanje čvorišnog kolodvora označujemo kao prvu fazu razvitka (sl. 1).

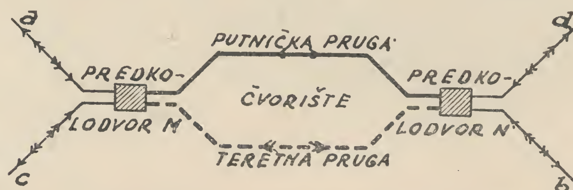
S povećanim prometom nastaje tendencija, da se pojedini kolodvorski dijelovi odijele od matičnog kolodvora, kao posebne kolodvorske jedinice sa strogo određenim funkcijama (teretni, ranžirski kolodvor i t. d.). Svi ti kolodvori zadržavaju međutim i nadalje zajedničke glavne kolosijeke za putnički i teretni promet. To je druga faza razvitka kolodvora (sl. 2).



Sl. 2 — Shema čvorišta sa samostalnim kolodvorima u drugoj fazi razvitka

Daljnja faza razvitka nastaje, kad kolodvorska ulazna grla (G_1 i G_2 u sl. 2) ne mogu više redovito svladavati promet. Prometni tjesnaci na tim mjestima ne dopuštaju više da se poveća propusna moć čvorišta. Nastaje neminovna potreba, da se putnički uređaji u cjelosti odvoje od onih za teretni promet, s podijeljenim glavnim kolosijecima. Time ulazi čvorište u treću fazu svog razvitka.

Na svim priključnim prugama (u sl. 2 smjerovi a, b, c i d) postoji mješoviti t.j. putnički i teretni promet. Na prolazu kroz čvorište treba taj mješoviti promet podijeliti na oba sastavna prometa. U tu svrhu treba u stanovitoj udaljenosti ispred čvorišta ujediniti dvije ili više pruga, na pr. smjerove iz a i c na jednoj i smjerova iz b i d na drugoj strani čvorišta u takozvanim kolodvorskim krilima odnosno u pretkolodvorima. Ujedno dijelimo u pretkolodvorima sav ujedinjeni promet na putnički i na teretni smjer prema čvorištu (sl. 3).



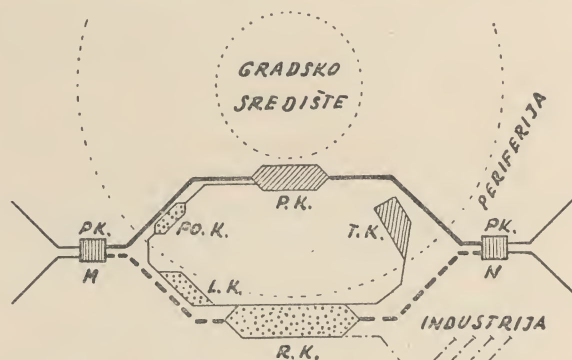
Sl. 3 — Shema čvorišta s podijeljenim putničkim i teretnim prometom u trećoj fazi razvitka

Na taj shematski kostur glavnih kolosijeka treba raspodijeliti sve odgovarajuće uređaje i samostalne kolodvorske jedinice u čvorištu (sl. 4).

Razumljivo je da su svi kolodvorski uređaji za putnički promet priključeni na putničke glavne kolosijeke, a uređaji za teretni promet na teretne glavne kolosijeke. Dioba prometa mora biti provedena striktno, bez ikakvih iznimaka, jer se blagodat, koju ta mjera pruža i putničkom i teretnom prometu, može očekivati samo od principijelnosti te podjele. U protivnom slučaju ona je neefikasna.

Konačno se glavni kolosijeci na putničkoj grani mogu principijelno upotrebljavati samo za putničke vlakove, koji ulaze, izlaze ili prolaze čvorište. Isto vrijedi i za teretne glavne kolosijeke. Sve pogonske manipulacije unutar čvorišta između pojedinih kolodvorskih jedinica mogu se obavljati samo na posebnim kolosječnim spojevima, kako je to shematski označeno u slici 4. Upotrebljavanje glavnih kolosijeka za te interne pogonske operacije nije dopušteno, a u svim slučajevima, gdje volumen prometa traži dijeljenje prometa, nije ni moguće. Samo strogo pridržavanje pravila, da se glavni kolosijeci mogu iskorišćavati samo za vlakove, koji ulaze, izlaze ili prolaze čvorište, može garantirati, da će se promet unutar čvorišta razvijati ekspeditivno i bez zapreke, u protivnom slučaju postojalo bi još dalje usko grlo za svu okolišnju mrežu, a taj smo tjesnac dijeljenjem prometa baš htjeli odstraniti.

Gornji su izvodi izvadak iz sistematike nauke o kolodvorima. Sistematika se ne bavi dimenzioniranjem pojedinih pruga i kolodvora u čvorištu.



Sl. 4 — Shema rasporeda kolodvora u čvorištu s podijeljenim putničkim i teretnim prometom u trećoj fazi razvitka

(*Oznake u slici:* PK — pretkolodvor, P.K. — putnički kolodvor, Po.K. — poslovni kolodvor, R.K. — ranžirski kolodvor, L.K. — lokomotivni kolodvor, T.K. — teretni kolodvor)

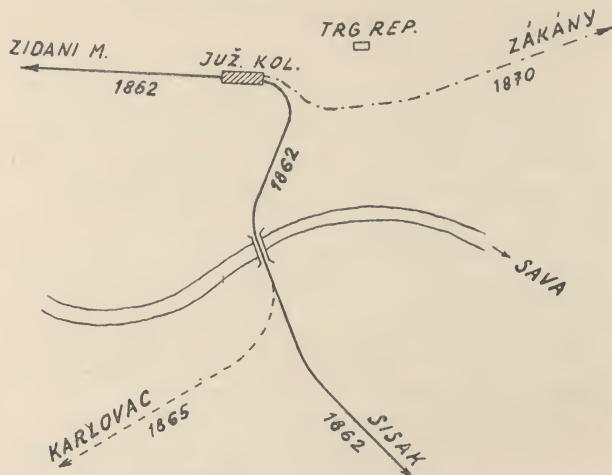
Na pr., ona tvrdi samo, da pretkolodvor mora biti vezan s putničkim s pomoću glavne putničke pruge, ali ne kaže, da li ta pruga treba biti jednoili višekolosječna. Određivanje propusnog kapaciteta sistematika prepušta analitici. Isto tako ona ne kaže, da li će se u čvorištu morati rasporediti jedan ili više ranžirskih ili teretnih kolodvora. Odluku o tome daje opet analitika, koja će na temelju ustanovljenog volumena prometa (broja vlakova i broja vagona), koje treba dnevno prerađivati u tim uređajima, odrediti veličinu i broj tih uređaja.

III

Veliko željezničko čvorište ne može se prema izloženom smatrati nekom novom građevinom, već je ono zbog posebnih prometnih i pogonskih uslova i zahtjeva produkt dugogodišnjeg razvitka, pregrađivanja i proširivanja. Ako gornje principe želimo primijeniti u slučaju zagrebačkog čvorišta,

moramo ukratko razmotriti i historijat dosadašnjeg njegovog razvitka. (Podrobniji historijat razvitka zagrebačkog čvorišta iznesen je u »Građevinaru« 1953, br. 3).

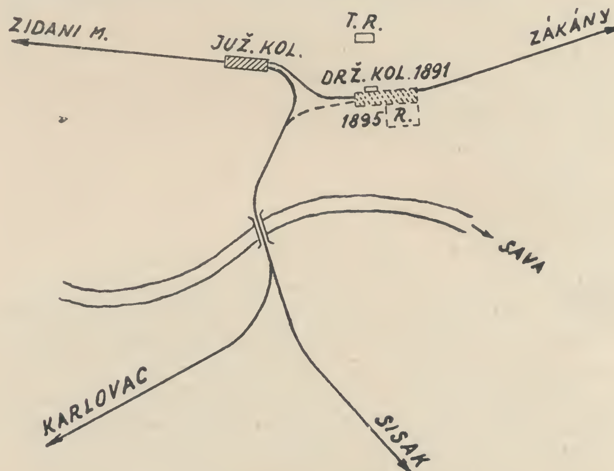
Prva pruga izgrađena g. 1862 na području Zagreba povezuje Zidani most sa Siskom. Zagreb je dobio svoj prvi kolodvor, tada nazvan Južni, sada Zapadni kolodvor. G. 1865 bila je izgrađena druga pruga Zagreb—Karlovac. Obje pruge je izgradilo i njima upravljalo Priviligirano društvo južnih željeznica (sl. 5).



Sl. 5 — Razvitak zagrebačkog željezničkog čvorišta u god. 1862—1870

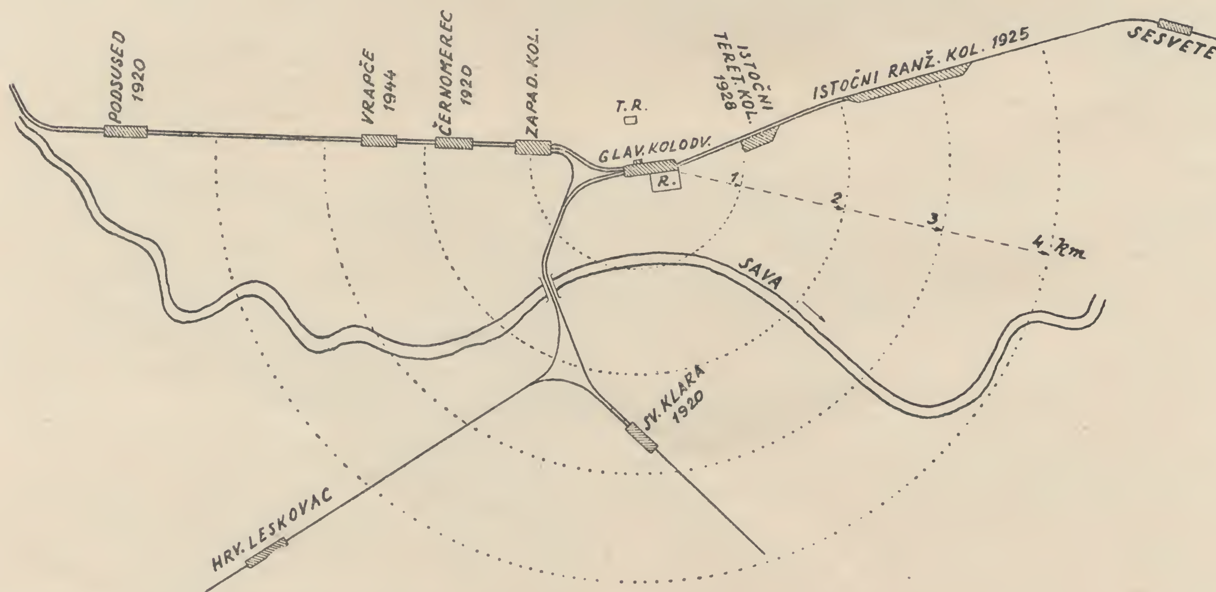
Godine 1870 Ugarske državne željeznice predale su prometu prugu Zákány—Zagreb, koja je ulazila u Južni kolodvor (sl. 5). Tek god. 1891 izgradile su državne željeznice svoj vlastiti kolodvor u Zagrebu, tadanji Državni, današnji Glavni kolodvor (sl. 6).

Tako je u tom razdoblju dobio Zagreb dva čvorišna kolodvora, Južni i Državni. Čitavo razdoblje od g. 1865 do 1920, dakle kroz 55 godina, možemo smatrati kao prvu fazu razvitka zagrebačkog čvorišta sa dva čvorišna kolodvora, koji su u sebi sadržavali još sve kolodvorske dijelove.



Sl. 6 — Razvitak zagrebačkog željezničkog čvorišta u g. 1891—1920

Poslije I. Svjetskog rata nastala je raspadom bivše monarhije perturbacija u intenzitetu i tendenciji prometa u zagrebačkom čvorištu. Volumen prometa se povećao, a smjerovi prometnih struja promijenili. Nastupila je tendencija za odvajanjem pojedinih kolodvorskih dijelova i stvaranjem samostalnih kolodvorskih jedinica; čvorište je ušlo u svoju drugu fazu razvitka (sl. 7). Razvitak čvorišta u toj fazi trajao je od g. 1920 do 1944. Iza toga nastala je u toj fazi stagnacija u izgradnji, koja traje već 14 godina, sve do danas. Druga faza razvitka čvorišta traje već ukupno 38 godina!



Sl. 7 — Razvitak zagrebačkog željezničkog čvorišta u drugoj fazi od g. 1920 do 1944 (odnosno 1958)

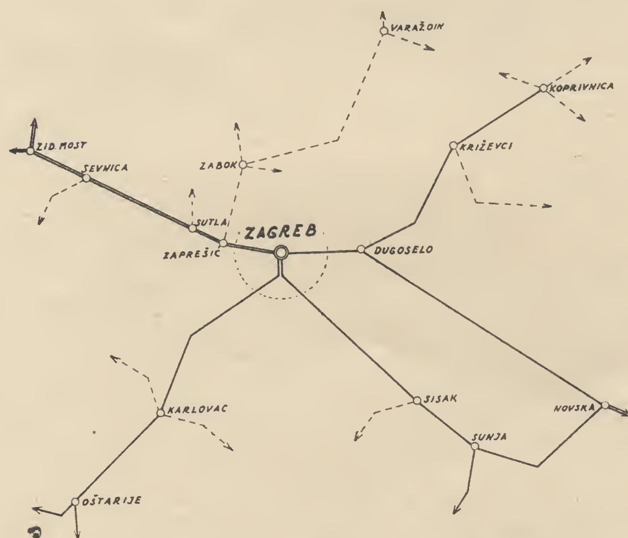
IV

Sada se postavlja pitanje, da li je volumen prometa u ovom čvorištu porasao već u tolikoj mjeri, da je ono sazrelo za ulazak u treću fazu svog razvitka. Na to se pitanje može odgovoriti samo pozitivno. Nažalost nemam na raspolaganju službenih analitičkih podataka, da bih mogao egzaktno dokazati tu potrebu (svoje vlastite podatke ne želim iznositi), ali ću nastojati da to protumačim indirektnom metodom, koja će uostalom biti i pristupačnija čitaocima.

Poznata je činjenica, da je veličina prometa na Jugoslavenskim željeznicama postigla prije II. Svjetskog rata svoj maksimum u god. 1938/39. Taj je maksimum danas već daleko prekoračen, i to prema službenim podacima za oko 2 do 2,5 puta. Toliko povećanje prometa svakako se moralo negativno odraziti na odvijanju pogona na našoj željezničkoj mreži. No redovito odvijanje prometa ne sprečavaju u prvom redu možda otvorene pruge time, što bi one imale nedovoljnu propusnu moć. Nedaće željezničkog prometa proizlaze iz nedovoljno dimenzioniranih i nesuvremeno organiziranih željezničkih čvorišta, svih po redu, uključivši u njih i zagrebačko. Usto moramo imati u vidu, da analitičko planiranje treba predvidjeti još za daljnjih 25 do 30 godina, pa veličinu današnjeg prometa, koji je 2 do 2,5 puta veći od predratnog, treba povećati s faktorom barem 1,5—2.

Zagreb je privredni centar države, i on drži to prvenstvo već 40 godina. Njegov se privredni kapacitet poslije god. 1945 povećao 2- do 3-struko od predratnog, a s time u vezi skoro za isti faktor i broj njegovog stanovništva sa svim njegovim potrebama. To znači, da se i volumen njegovog prometa alikvotno povećao.

Zagrebačko je čvorište izraziti centar čitave okolišnje željezničke mreže do 100 km udaljenosti, pa i više (sl. 8). Tim čvorištem prolazi željeznička državna magistrala Beograd—Zagreb—Ljubljana. Na njoj se odvija najveći dio prometa na potezu



Sl. 8 — Shema željezničke mreže oko Zagreba

istok—zapad, pa je ona i glavni izvozni put prema zapadu. Sa druge strane ulazi u čvorište od jugozapada druga naša glavna pruga, od mora (riječke luke). Danas, pa i za doglednu budućnost, Rijeka je naša glavna pomorska luka, i to prvenstveno uvozna, koja preuzima 3/5 od našeg ukupnog pomorskog prometa. Ako uzmemo u obzir, da još barem polovica pomorskog prometa druge naše najjače luke — Splita također gravitira na Zagreb, možemo bez daljnjeg ustvrditi, da kroz Zagreb prolazi oko 4/5 našeg cjelokupnog pomorskog prometa prema zaleđu. A promet današnje luke na Rijeci je 4 do 5 puta jači od onog, koji je imao Sušak prije rata!

Ako uvažimo gore navedene činjenice, moramo doći do zaključka, da je promet zagrebačkog čvorišta morao stvarno dostići takvu visinu, da je bezuvjetno potrebno njegovo saniranje u onom tehničkom smislu, kojeg traži treća faza razvitka čvorišta.

U razmatranjima pod II bilo je istaknuto, da je kriterij za određivanje prijelaza iz druge u treću fazu razvitka čvorišta obilježen s nastupanjem poteškoća u odvijanju prometa u kolodvorskim krilima, kada ta grla ne mogu više redovito svladavati promet, koji struji kroz tjesnac. Gdje su ti tjesnaci u zagrebačkom čvorištu?

Najmjerodavniji tjesnac u tom čvorištu je pružni triangl između Glavnog i Zapadnog kolodvora. Sva tri kraka tog triangla predstavljaju takve tjesnace, a najdelikatniji je onaj na zapadnom ulazu Glavnog kolodvora. Već oko god. 1935 taj je tjesnac zadavao brige prometu, i već onda su se poduzimale mjere za njegovo saniranje. U prvom redu bio je god. 1938 podignut nov pružni spoj Glavni kolodvor—Savski most, ali ne više kao jednokolosječna pruga za oba smjera prema Karlovcu i Sisku, već sa dvije odvojene pruge, koje ulaze iz tih smjerova izravno u Glavni kolodvor. Iza toga je god. 1941 preuređen Glavni kolodvor i njegov zapadni ulaz, čime je postignuto daljnje poboljšanje prometnih uslova, a god. 1944 preudešena je tadašnja jednokolosječna pruga Zagreb—Zidani most u dvokolosječnu, što je bio daljnji doprinos ublaženju prometnih poteškoća na tom mjestu. U roku od samo 6 godina bile su tako poduzete tri mjere za uklanjanje prometnih poteškoća u tom uskom grlu. Od tog vremena prošlo je do danas 14 godina, a da nisu poduzimane nikakve daljnje mjere za saniranje, tako da je sada situacija na tom mjestu postala kritična. Dne 5 XII 1957 dogodila se na južnom kraku tog triangla velika prometna nezgoda, koja je u dovoljnoj mjeri pokazala nezdravo stanje na tom dijelu čvorišta. Da je bio putnički promet odijeljen od teretnog, takva se nesreća ne bi mogla dogoditi.

Željeznička mreža oko Zagreba organizirana je tako, da danas ulaze u čvorište 4 glavne pruge: prva od zapada, od Zidanog mosta (Ljubljana, Maribor), druga od istoka, od Dugogsela (Beograd, Koprivnica), treća od jugozapada, od Karlovca (Rijeka) i četvrta od jugozapada, od Siska (Split,

Sarajevo). Svaka od tih glavnih pruga akumulira u sebi još prije ulaza u Zagreb po 3 do 4 glavne ili sporedne pruge, kojih promet gravitira prema Zagrebu.

Za preuređenje čvorišta u Zagrebu postoji u tehničkom, pogonskom i prometnom smislu niz povoljnih momenata, kojih ne možemo naći ni kod jednog drugog našeg velikog čvorišta. Ispravno rješenje zagrebačkog čvorišta predstavlja najmanje poteškoće u tehničkom smislu, pa se ono zbog toga može smatrati uzornim školskim primjerom.

Ako želimo prema principima sistematike za treću fazu razvitka čvorišta postaviti osnovni kostur čvorišne mreže za podijeljeni putnički i teretni promet, moramo prvo odlučiti, gdje i kako ćemo provesti glavnu putničku prugu, glavnu teretnu prugu i odrediti granične točke čvorišta. Po sistematici, koja vrijedi za velegradove do milijun stanovnika, dakle i za Zagreb, i koja je bila iznesena pod II, u tim se gradovima može još dobro izaći s jednim glavnim putničkim kolodvorom, koji je ujedno i dispoziciona stanica za sve putničke vlakove, što počinju i svršavaju svoje vožnje u tom čvorištu. Time dakako nije kazano, da će biti to jedina putnička stanica u čvorištu. Prema potrebi može se organizirati još niz putničkih stajališta. Važno je, da glavna putnička pruga prolazi kroz naseljeno gradsko područje. Za tu svrhu je u zagrebačkom primjeru jedino moguće adaptirati postojeću trasu magistrale zapad—istok. Nastaje pitanje, od koje do koje točke — t. j. pretkolodvora — treba to provesti. Pretkolodvori su najprikladnije smješteni na rubu šireg gradskog područja. U zagrebačkom slučaju mogu se u tu svrhu upotrebiti uz stanovite preinake kolodvori Podsused na zapadu i Sesvete na istoku. Njihov međusobni razmak iznosi oko 20 km. Ako su tako fiksirana ta dva pretkolodvora s putničkom glavnom prugom, treba između njih provesti još glavnu teretnu prugu. Bez daljnjeg je jasno, da se teretna pruga može provesti samo odvajanjem prema jugu i njezinim smještajem južno od putničke glavne pruge. Kako na tom mjestu ima svoje korito i rijeka Sava, treba i njega dva puta prelaziti teretnom prugom i spojiti na desnoj obali Save.

No u čvorište ulaze još daljnje dvije pruge: od jugozapada, iz Karlovca i od jugoistoka, iz Siska. Za dijeljenje prometa na tim prugama vrijedi isti kriterij kao gore. Za jugozapadnu prugu biramo kao pretkolodvor stanicu Hrv. Leskovac, za jugoistočnu stanicu Sv. Klara.

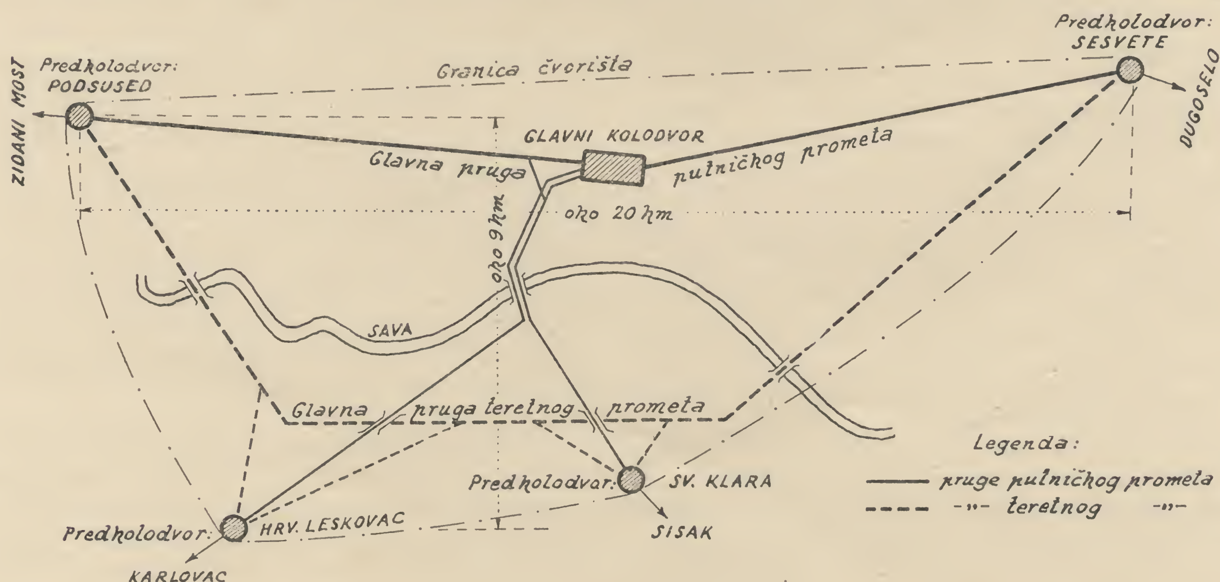
Pružni spojevi tih pretkolodvora sa glavnom teretnom prugom južno od Save mogu se vrlo jednostavno provesti pomoću odgovarajućih pružnih triangla, tako da se iz Hrv. Leskovca mogu upućivati teretni vlakovi izravno u Podsused, Sesvete i Sv. Klaru, a isto tako iz Sv. Klare u Hrv. Leskovac, Podsused i Sesvete.

Još jednostavniji je spoj tih pretkolodvora sa glavnom putničkom prugom, jer se u oba slučaja možemo služiti postojećim pružnim trasama iz Karlovca i Siska i postojećim savskim mostom (sl. 9).

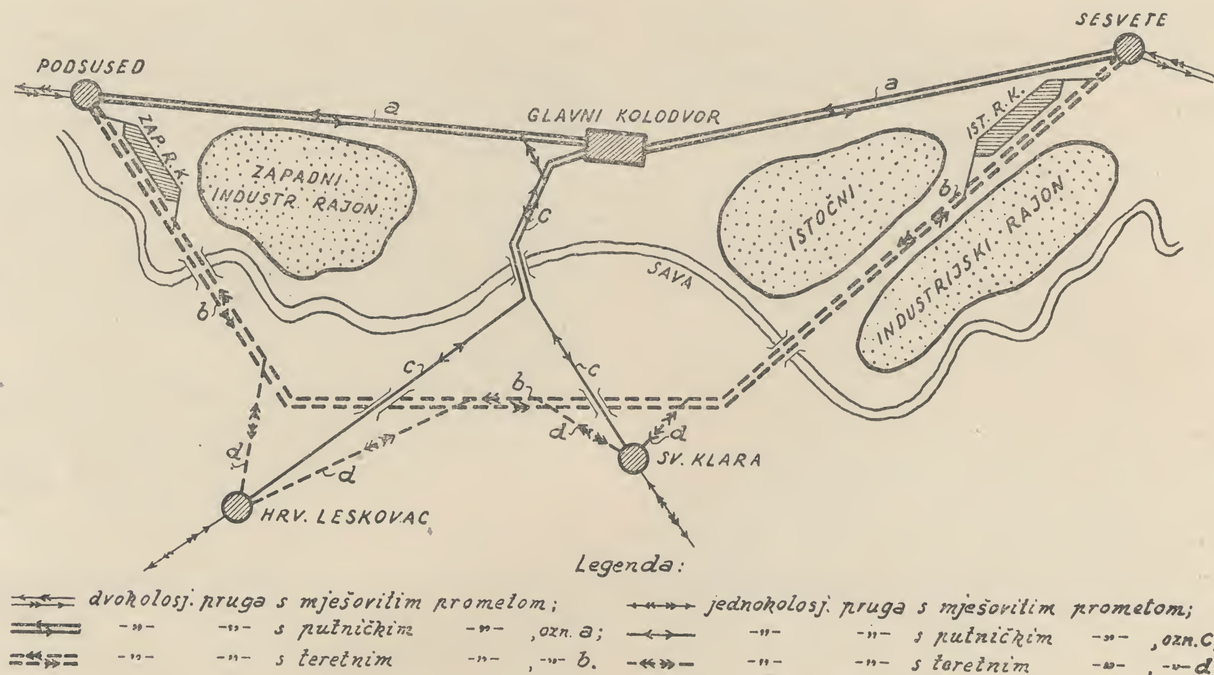
Prema toj shemi zadržane su trase postojećih pruga za pruge putničkog prometa, djelomično i njihova pružna tijela i postojeći savski most. Nove trase predviđaju se samo za pruge teretnog prometa zajedno s novim teretnim pružnim priključcima na pretkolodvore južno od rijeke Save.

Na taj je način načinjen raspored pretkolodvora, glavne putničke i teretne pruge kao i pripadajućih spojeva, sve u strogoj saglasnosti s principima iznesenim pod II.

Naredno pitanje, koje treba riješiti, je određivanje broja kolosijeka u pojedinim prugama čvorišta. Veći dio glavne putničke pruge već je danas dvokolosječan pa treba i ubuduće da ostane takav (a u sl. 10).



Sl. 9 — Shema dijeljenja putničkog i teretnog prometa u budućem zagrebačkom željezničkom čvorištu



Sl. 10 — Shema rasporeda pruga putničkog i teretnog prometa u zagrebačkom željezničkom čvorištu

Glavnu teretnu prugu treba također provesti dvokolosječno, jer će teretni promet svakako biti veći od putničkog, pa teretnom prometu treba dati najbolju priliku i najširu mogućnost glatkog i nesmetanog odvijanja (b u sl. 10). Priključne putničke pruge (c u sl. 10) kao i priključne teretne pruge (d u sl. 10) mogu biti jednokolosječne.

Daljnje je pitanje smještaj glavnog putničkog kolodvora. Njegovo jedino pravo mjesto u budućnosti je na istom mjestu kao i danas, i to iz čitavog niza razloga. On bi, dakako, bio izgrađen u podignutom položaju, kao i glavna putnička pruga na dužini od oko 2 do 4 km na svakoj strani glavnog kolodvora. Sa više strana se pokazala averzija protiv ostavljanja Glavnog kolodvora na sadašnjem mjestu, no izneseni prigovori nisu ni s jednog aspekta uvjerljivi i prihvatljivi. Psihološki je interesantna pojava, da se već više puta nastojalo bez pravih argumenata Glavni kolodvor maknuti za budućnost s njegovog današnjeg položaja, pa bilo to u obliku jednog ili dva čeona kolodvora, bilo u obliku dvaju prolaznih kolodvora na periferiji grada, pa čak i u tunelu negdje kod Zvijezde. Razumljivo je, da su sve te zamisli morale propasti.

Nekako prije 25 godina izjavio je u pogledu položaja Glavnog kolodvora u Zagrebu svjetski kapacitet prof. Dr. Ing. Blum, da je taj položaj jedinstven, te da micanje kolodvora na bilo koje drugo mjesto uopće ne dolazi u pitanje. Koliko nam je poznato, to u istom smislu izjavio je drugi urbanistički stručnjak evropskog glasa prilikom svog nedavnog boravka u Zagrebu.

Konačno preostaje još jedno od najvažnijih pitanja, a to je pitanje broja i mjesta za smještaj ranžirskih kolodvora.

Prema današnjem pa i prema budućem stanju stvari na to se pitanje može kratko odgovoriti: Zagrebačko čvorište treba dva ranžirska kolodvora, koji moraju biti smješteni na lijevoj obali rijeke Save, jedan na istoku, drugi na zapadu, oba uz glavnu teretnu prugu, neposredno iza pretkolodvora Sesvete i Podsused. Razlozi su ovi:

Već pod III je bilo obrazloženo u historijatu čvorišta, da se to čvorište nije razvijalo iz jednog čvorišnog kolodvora prve faze razvitka, već iz dva. Jedan od tih kolodvora je bio današnji Zapadni, drugi Glavni kolodvor.

Kada se na početku ovog stoljeća, a pogotovo poslije I. svjetskog rata počela razvijati industrija u Zagrebu, razumljivo je, da je blizina jednog od tih kolodvora imala za nju naročitu privlačnost, pogotovo zbog lakšeg provođenja kolosječnih priključaka i veće blizine teretnih kolodvora. Zato se razvijala industrija u Zagrebu u velikom opsegu na dva mjesta: na istoku grada oslonjena na istočne kolodvorske uređaje, na zapadu na zapadne uređaje. Poslije II. svjetskog rata razvitak industrije na oba ova predjela napredovao je gigantskim koracima, te traje još i dalje. Kad su se tako formirala dva industrijska centra u međusobnoj udaljenosti od 10—14 km, koji traže usluge željeznice, neminovno je potrebno da se svakom tom centru dodijeli i odgovarajući ranžirski kolodvor. Svaki od ta dva kolodvora bio bi izgrađen u jednostranom (jednostrukom) obliku s kapacitetom dnevne prerade do 3600 kola. Željeznička uprava, predviđa navodno, da će se u budućnosti u čvorištu prerađivati preko 6000 vagona dnevno. Taj volumen prometa bezuvjetno traži dva jednostrana ranžirska kolodvora u čvorištu.

U zadnje se vrijeme pojavila želja, da se napusti ideja dvaju ranžirskih kolodvora na sjevernoj strani Save, te da se umjesto njih izgradi samo jedan, ali zato dvostrani (dvostruki), na južnoj strani Save. Ta je ideja neostvarljiva i inkompatibilna s principima sistematike i analitike. Kad bi se ostvarila ta ideja, taj bi se ranžirski kolodvor morao povezati s oba industrijska centra posebnim pružnim spojevima, koji bi tražili dva daljnja mosta za prijelaz preko Save. Uostalom, ti bi se spojevi i teško mogli provesti. Glavni kolosijeci za teretni promet ne smiju se upotrebljavati za čisto pogonske vožnje unutar čvorišta, kako je to bilo već istaknuto pod II, a ne bi bilo ni moguće propuštati volumen prometa kako sam to već iznio u kritici projekta P57 u »Građevinaru« 1958, br. 4, već bi se time stvarala nova uska grla, jedno na istoku, drugo na zapadu, oba na prijelazima preko rijeke Save.

Smještaj drugih kolodvorskih uređaja u čvorištu nije od tolike principijelne važnosti, jer ovi nemaju utjecaja na osnovni kostur budućeg čvorišta. Zato o njima ne raspravljam na ovome mjestu.

V

Ako prometnu situaciju u zagrebačkom čvorištu želimo poboljšati i omogućiti redovito odvijanje prometa, onda to možemo načiniti u skladu s principima nauke o željezničkim čvorištima samo na taj način, da u čvorištu striktno i dosljedno provedemo dijeljenje putničkog i teretnog prometa, kako je to gore obrazloženo. Neki drugi način, za čvorište koje preživljuje već drugu fazu svog razvitka za prijelaz u treću fazu, ne postoji s naučnom argumentacijom.

Razvijanje čvorišta iz sadašnjeg stanja u konačno na kraju posljednje etape izgradnje u trećoj fazi razvitka trajat će svakako niz godina. Stoga se dakle plan idejne zamisli preuređenog čvorišta mora odnositi na posljednji stadij treće faze, i pojedine etape izgradnje moraju biti provedene točno u skladu s tim planom. Izvođenje i gradnja nekih etapa prije definitivnog fiksiranja konačne slike čvorišta nestručno je, pa ga bezuvjetno treba odbaciti.

Prije svega pak treba izraditi analizu sadašnjeg i budućeg perspektivnog prometa u čvorištu, bar u onoj mjeri točnosti i vjerodostojnosti koja se uopće može postići. Na temelju tih analiza može se onda odrediti opseg i vrijeme etapne izgradnje.

Nadalje treba imati u vidu, da za izvođenje gornje zamisli treba premostiti rijeku Savu sa dva dvokolosječna mosta za teretni i sa jednim dvokolosječnim mostom za putnički promet. Želja da se uštedi jedan od tih dvokolosječnih mostova u cjelini poremećuje navedeni raspored pruga, a time ruši i osnovnu ideju. Takva štednja nikako ne bi bila na mjestu. Nema smisla projektirati čvorište sa samo dva dvokolosječna mosta, jer se tim načinom ne bi postiglo nikakvo olakšanje u prometu čvorišta. Isto tako je prilično irelevantno raspravljati, da li će se zadržati postojeći pružni spoj preko Save ili će se na zapadnoj strani izgraditi novi, uz napuštanje postojećeg, jer će u završnom stadiju biti potrebna sva tri pružna spoja sa po dva kolosijeka preko Save, i to postojeći, te po jedan na istočnoj i zapadnoj strani.

Ako je kod revidiranog projekta P57 težište prijelaza preko Save prebačeno na postojeće pruge, koje prelaze preko postojećeg savskog mosta, onda taj način štednje na željezničkim uređajima Zagreba treba odlučno odbaciti. Kako sam već gore spomenuo, time bi se situacija na trianglu između Glavnog i Zapadnog kolodvora vrlo malo, ili, bolje reći, nikako poboljšala, samo bi se tjesnac prebacio s istočnog kraka triangla na njegov južni krak i tako još pogoršala situacija prema onoj, koja je ondje postojala 5 XII 1957. U prometu putničkih vlakova ne bi na tom mjestu nastupilo nikakvo olakšanje. Teretni vlakovi od zapada morali bi onda prolaziti, umjesto istočnim, južnim krakom triangla. Na tom mjestu bili bi doduše eliminirani teretni vlakovi od Karlovca i Siska, ali bi pruga bila više opterećena teretnim vlakovima, koji sada svršavaju u ranžirskom kolodvoru u Černomercu i dostavnim vlakovima od novog dvostranog ranžirskog južno od Save pa do zapadnih teretnih uređaja. Dakle, skoro nikakvo olakšanje. Time bi se donekle rasteretio Glavni kolodvor od prolaznih teretnih vlakova, ali samo čvorište ne bi dobilo ništa na svojoj propusnoj moći.

Ako se još osvrnemo na shematski crtež u sl. 10, vidimo, da je položaj pruga, koje ulaze u zagrebačko čvorište takav, da direktno traži gornje ne samo idealno već i optimalno rješenje. Zato tim više začuđuje činjenica, da se kraj tako povoljnih uslova za rješenje tog roblema nije u tom smislu mogao načiniti ni korak naprijed za posljednjih deset godina.

Nadam se, da sam gornjom argumentacijom i dokumentacijom uspio na naučnoj podlozi ukratko dokazati, da efikasno rješenje problema zagrebačkog željezničkog čvorišta ovisi samo o striktnoj diobi putničkog od teretnog prometa, te se samo primjenom tog principa može sanirati današnja, a pogotovo buduća njegova prometna situacija.

Svim članovima Društva građevnih inženjera i tehničara i svim radnim kolektivima

čestitamo DAN REPUBLIKE!

ELEKTRONSKA RAČUNALA I NJIHOVA PRIMJENA U GRAĐEVINARSTVU

Ing. **Branko Petrović**, Zagreb

(Nastavak)

IV. Izrada programa

Metode za izradu programa ovise o tom, kakve je konstrukcije stroj. Uglavnom su kod strojeva svih tipova predviđene slične osnovne komande (zbrajanje, množenje), ali u detaljnoj provedbi pojedinih operacija strojevi se mogu veoma razlikovati.

Ovdje će se osnovni principi izrade programa objasniti uz pretpostavku, da je na raspolaganju nekakav idealni, standardni stroj »sa pohranjenim programom«, dekadskog sistema, koji može pohraniti 1000 podataka (od 000 do 999) sa po 5 brojaka. Te brojke predstavljaju ili brojeve (s kojima se vrši računanje) ili komande. Ako brojke predstavljaju komandu, prve dvije brojke služe kao šifra za oznaku operacije koja se ima vršiti, a zadnje tri brojke služe za oznaku adrese. Normalno će stroj početi da vrši komandu, koja je pohranjena na adresi 000 i nastavit će redom sa daljnjim adresama, osim ako se pojavi komanda »preskoči«.

Najobičnije su komande ove:

Šifra	Značenje	Opis rada stroja
00	**Stani**	Stroj se zaustavlja.
01	**Izbriši i dodaj**	Akumulator se stavlja na nulu i zadani broj (t. j. broj, koji je označen u adresnom dijelu komande) stavlja se u akumulator
02	**Dodaj**	Zadani broj dodaje se broju, koji se već nalazi u akumulatoru, i suma se ostavlja tamo
03	**Oduzmi**	Zadani broj se odbija od broja, koji se već nalazi u akumulatoru, i razlika se ostavlja tamo
04	**Množi**	Zadani broj se množi sa brojem, koji se već nalazi u akumulatoru, i produkt se ostavlja tamo
05	**Dijeli**	Broj koji se nalazi u akumulatoru dijeli se zadanim brojem; kvocijent se stavlja u akumulator, a ostatak se gubi
06	**Pomakni desno**	Broj u akumulatoru miče se udesno za broj mjesta naznačen u adresi
07	**Pomakni lijevo**	Broj u akumulatoru miče se ulijevo za broj mjesta naznačen u adresi
08	**Pohrani**	Broj u akumulatoru stavlja se u pohranu na označenu adresu; raniji sadržaj na toj adresi se gubi
09	**Pohrani adresu**	Isto, odnosi se na adresu, t. j. tri zadnje brojke komande
10	**Preskoči**	Iduća komanda se uzima iz adresnog dijela komande, a ne po tekućem redu adresa
11	**Preskoči, ako je minus**	Isto kao šifra 10, ali se izvršava samo, ako je broj u akumulatoru negativan (ako nije, stroj radi dalje po tekućem redu adresa)
12	**Čitaj**	Riječ iz uređaja za primanje prenosi se u glavni registar na naznačenu adresu (a gubi se broj koji je bio ranije pohranjen na toj adresi)
13	**Štampaj**	Riječ iz glavnog registra na označenoj adresi štampa se u uređaju za davanje

Osnovna tehnika izrade programa vidi se iz ovog primjera: treba izračunati $xy+z^2$.

Tekući broj adrese	Sadržaj adrese	Opis rada stroja
000	01 009	Šifra 01 (»izbriši i dodaj«) znači da treba broj, koji je pohranjen na adresi 009 (a to je broj x), staviti u akumulator. Prema tome je rezultat prve komande ovaj: »broj x je stavljen u akumulator«
001	04 010	Šifra 04 (»množi«) znači da treba broj, koji je pohranjen na adresi 010 (a to je broj y) pomnožiti sa brojem, koji se već nalazi u akumulatoru (a to je broj x) i produkt staviti u akumulator. Prema tome je rezultat ove komande: »formiran je produkt xy«

002	08 012	Produkt xy je privremeno pohranjen na 012
003	01 011	Broj z je stavljen u akumulator
004	04 011	Formirano je z^2
005	02 012	Formirano je $xy+z^2$
006	08 012	Izraz $xy+z^2$ privremeno je pohranjen na 012 (posljednji broj se gubi)
007	13 012	Izraz $xy+z^2$ se štampa
008	00 - - -	Stroj se zaustavlja
009	x	
010	y	
011	z	
012	Rezervirano	

Korisnost komande »preskoči« vidi se iz ovog primjera: Treba izraditi popis kvadrata svih cijelih brojeva od 1 do 125. Program može biti kratak, a stroj će sam ponoviti zadane operacije 125 puta.

Tekući broj adrese	Sadržaj adrese	Opis rada stroja
000	01 010	Pod utjecajem komande na adresi 008, koja određuje: »ako je razlika između 125 i broja pohranjenog na adresi 010 negativna, preskoči na adresu 000, t. j. počni račun iznova«, stroj će postepeno izračunavati i štampati kvadrate svih brojeva između 0 i 125. Kada dođe do broja 126, komanda na adresi 008 (to je komanda 11) izgubit će važnost, jer razlika više nije negativna, i stroj će prijeći na iduću redovnu adresu 009 (to je komanda 00), t. j. zaustavit će se, pošto je izvršio svoj zadatak.
001	02 011	
002	08 010	
003	04 010	
004	08 013	
005	13 013	
006	01 010	
007	03 012	
008	11 000	
009	00 - - -	
010	[+00 000]	
011	+00 001	
012	+00 125	
013	[rezervirano]	

Kada se niz komandi češće upotrebljava, ali ne na uniforman način kao u prednjem primjeru, tada je od koristi prethodna »izrada potprograma«. U tom se slučaju glavni program izradi tako, da na određenom mjestu stroj treba da preskoči na potprogram, izvrši niz operacija propisanih u potprogramu i zatim se vrati glavnom programu. Na pr., ako kod rješavanja nekog problema treba često vaditi drugi korijen (a stroj nema ugrađen zaseban uređaj za tu operaciju), tada bi komande, koje se odnose na vađenje drugog korijena, zauzele suviše mnogo mjesta u glavnom programu. Zato se izradi zaseban program za vađenje drugog korijena (potprogram), a u glavni program se uvrsti relativno malen broj komandi, pomoću kojih se potprogram na određenim mjestima uključuje u glavni program.

Mnogi potprogrami (među njima i ovaj za vađenje drugog korijena) mogu se iskoristiti kod rješavanja ne samo jednog problema, već više zasebnih problema. Zato je dobro imati pri ruci zbirku (»knjižnicu«, library) raznih potprograma, iz koje se odabiru potprogrami potrebni u konkretnom slučaju.

Za vršenje složenih računa programi su vrlo opsežni, a njihova izrada je teška i dugotrajna. Pored toga, svaka naknadna promjena u programu zahtijeva promjenu svih adresa, koje slijede iza onog mjesta gdje je došlo do promjene, što još više komplicira i produžuje posao na izradi programa. Zato se nastoji usavršiti tehnika izrade programa. Uvedena je izrada t. zv. »objašnjavajućih programa« (interpretive programs), kod kojih je broj šifara (koji normalno ne prekoračuje petnaestak raznih komandi) znatno povećan, a jedna komanda može da zamijeni jedan čitav potprogram (na pr. šifra 30 znači vađenje drugog korijena). Jedan drugi način je »sistem sa brzim šifriranjem« (speed-coding system), kod koga su komande toliko pojednostavnjene, da sastavljači programa ne moraju da se upoznavaju s tehnikom izrade potprograma i t. d.

Vješti sastavljači programa su najčešće u stanju da napišu kratke programe bez griješke, ali kod dugačkih programa toliko su brojna mjesta, gdje mogu nastati tipografske griješke, nepredviđene okolnosti i logičke griješke, da su izgledi za izradu besprijekornih programa već kod prve redakcije minimalni.

Kad nov program kod prve primjene daje neispravne rezultate, tada se provjerava ispravnost programa pomoću t. zv. »istražnih programa« (tracing programs). Oni su uglavnom isti kao glavni program, ali uz neke dodatne karakteristike. Na pr., može se odrediti, da se štampaju parcijalni rezultati, a zatim se oni provjeravaju pomoću običnih računskih strojeva i sl.

Ako se naiđe na griješke koje dovode u sumnju stroj, a ne program, za lociranje griješki upotrebljavaju se takozvani dijagnostički programi. Neke tvornice su izradile za svoje strojeve zbirku od nekoliko desetaka programa, specijalno izrađenih za otkrivanje griješaka u različitim dijelovima stroja.

V. Primjena u građevinarstvu

Elektronska računala se s uspjehom primjenjuju u građevinarstvu već nekoliko godina. Ti strojevi su od velike koristi:

— za svladavanje rutinskog posla, kad srazmjerno jednostavne račune treba ponoviti vrlo mnogo puta;

— za rješavanje takvih zadataka, koji su dosada, uz primjenu uobičajenih metoda računa, bili rješavani grubo približno ili su prosto smatrani nerješivim, jer su zahtijevali suviše vremena. Povećanje točnosti računanja dopušta primjenu manjih koeficijenata sigurnosti, čime se mogu postići znatne uštede u troškovima građenja.

Za rješavanje rutinskih zadataka s naročitim uspjehom se upotrebljavaju elektronska računala:

— u cestogradnji, za analizu podataka o cestovnom prometu, kod snimanja terena, za izračunavanje kubatura i podataka za iskolčenje profila, poligona i krivina, kod rješavanja problema raskrsnica na autoputovima, za izračunavanje nadvišenja u krivinama;

— u cestogradnji, za analizu podataka o cestovproračunavanje prednapregnutih nosača, potpornih zidova;

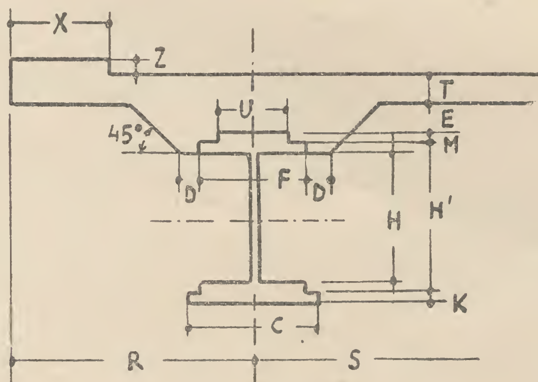
— za izradu hidrauličkih proračuna i t. d.

Među klasičnim problemima, čije rješavanje zahtijeva dugotrajna računanja, treba spomenuti proračun nesimetričnih okvira sa više spratova i stupova s promjenljivim opterećenjem, istraživanje sekundarnih naprezanja u rešetkastim nosačima, egzaktan proračun Vierendelovih nosača i t. d. U svim tim slučajevima mogu elektronska računala biti vrlo korisna.

Njihova je upotreba općenito indicirana u svim slučajevima kad treba pristupiti rješavanju sistema linearnih jednadžbi, diferencijalnih i drugih, istraživanju minima i maksima i sl. Tako su u posljednjih nekoliko godina u raznim časopisima objavljeni članci o problemima, za čije rješavanje autori preporučuju upotrebu elektronskih računala: točan proračun cilindričkih ljuski stalne debljine sa kružnom vodilicom, problem vibracija što ih prouzrokuju rotacioni strojevi u horizontalno uslojenom tlu, proračun ekonomskih raspona kontinuiranog mosta, istraživanje utjecaja krutosti postranih potpora četvorne ploče na raspodjelu momenata, proračun okvirnih konstrukcija općenitog (ne pravokutnog) oblika, proračun velikih mosnih lukova, koji su pri kraju izgradnje kruto spojeni sa kolovoznom konstrukcijom, proračun na lom pravokutnih presjeka od armiranog betona, točan proračun velikih i jako razvedenih vodovodnih mreža cirkulacionog sistema itd.

Dajemo dva primjera za konkretnu upotrebu elektronskih računala prema američkom časopisu Engineering News-Record (od 27. III. i 15. V. 1958).:

P r i m j e r 1: Složena mosna greda sa širokom nožicom (sl. 15). Projektant mora izabrati osnovni čelični profil i veličinu gornje lamele (ako je predviđena). Program je ograničen na prosto položene nosače sa 1 poljem i na 4 propisane sheme opterećenja. Podaci, koje treba dati stroju: brojke označene slovima u nacrtu, propisano opterećenje, raspon, uzajamna udaljenost greda i dopuštena naprezanja čelika i betona.



Slika 15

Stroj automatski štampa ove rezultate:

— maksimalne momente i napone projektiranog presjeka sa minimalnom potrebnom debljinom donje lamele;

— momente i napone u točkama gdje prestaju gornje i donje lamele;

— tangencijalna naprezanja u više točaka nosača;

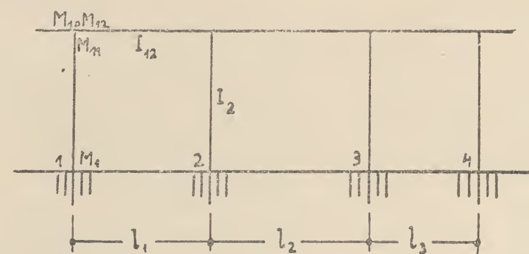
— reakcije;

— progib kod stalnog i pokretnog opterećenja;

— količine betona i čelika.

Ako je donja lamela preopterećena, stroj povećava njenu debljinu sve dok se ne postigne zadovoljavajući napon. Potrebnu dužinu lamele stroj ustanovljuje sa točnošću 0,01 l. Ako je zadani presjek neekonomičan ili ne zadovoljava, stroj se zaustavi ili to obilježi specijalnim znakom.

P r i m j e r 2. Okvirna konstrukcija za cestovni most (sl. 16).



Slika 16

Podaci, koje treba dati stroju: broj otvora, presjek greda i stupova, raspone i visine stupova, propisanu shemu opterećenja.

Rezultati koje stroj izračunava:

— sve momente u čvorovima;

— momente i poprečne sile u desetinama raspona;

— reakcije u bazi stupova.

Proračun armature se zasada vrši pomoću grafikona, ali je i za taj posao u toku izrada programa.

Izrada jednostavnih programa, koji se češće upotrebljavaju, stoji vrlo malo. Osim toga, za standardne zadatke postoje izrađeni programi, koje producent ili drugi korisnici strojeva ustupaju uz minimalan honorar (otežavajuća je pri tom okolnost, da se program, koji je izrađen za jedan stroj, ne može bez manje ili više temeljite prerade primijeniti na stroj druge marke ili modela). Izrada programa za naprijed navedeni primjer 1 zahtijevala je 10 mjeseci inženjerskog rada, a stajala je zajedno sa svim sporednim troškovima 12 000 dolara (korisnik stroja računa, da će mu se trošak izrade tog programa isplatiti, ako proračuna 250 greda). Izrada kompliciranih programa, koji rješavaju neki specijalan problem, mnogo je skuplja.

Cijena elektronskih računskih strojeva varira u vrlo širokim granicama. Strojevi srednje veličine stoje između 150 000 i 500 000 dolara.

Kako su cijene strojeva visoke, mogu ih u tehnički naprednijim zemljama kupiti samo najveći biroi. Ostali se zadovoljavaju s time, da uzmu stroj u najam od producenta. Računa se, da je u prvoj polovini 1958. u SAD u svemu oko 100 civilnih inženjerskih kancelarija imalo svoja elektronska računala (bilo vlastita ili iznajmljena). Međutim, konkurencija sili i ostale, da im se pridruže, pa se broj vlasnika strojeva povećava iz dana u dan. Olakšano je to time što se izrađuju novi modeli manjih, posve upotrebljivih strojeva. Manje kancelarije se snalaze i na taj način, da više njih zajednički kupe ili iznajme stroj na kooperativnoj bazi. Inače je uobičajeno, da korisnici strojeva, uz pomoć i suradnju s producentima strojeva, osnivaju klubove u cilju savjetovanja, zajedničke izrade programa, servisa i t. d. Postoji još jedan način, kako mogu stroj iskorišćavati manji interesenti, a to je zakupljivanjem vremena (sati) stroja kod nekog centra (producenta računskih strojeva, instituta ili samostalnih posredničkih kancelarija).

Osim kod civilnih inženjerskih kancelarija elektronska računala imaju u SAD široku primjenu u građevinarstvu naročito u upravama za ceste, na univerzitetima, u vojsci i dr.

U vezi sa rastućom primjenom elektronskih računala u građevinarstvu u Americi su zavedeni na nekim visokim školama specijalni kursevi o radu i primjeni tih strojeva u građevinarstvu.

U Evropi su elektronska računala našla primjenu u građevinarstvu u Engleskoj, Njemačkoj, Francuskoj, SSSR-u i drugdje.

U Jugoslaviji je izrađeno nekoliko elektronskih računskih strojeva (analognog tipa), i to u Institutu za nuklearne nauke »Boris Kidrič« i u Institutu »Nikola Tesla« u Beogradu.

Koliko je poznato, elektronska računala u Jugoslaviji još nisu iskorištavana za građevinske svrhe. Da naše građevinarstvo ne bi suviše zaostalo za tehničkim napretkom u svijetu, trebalo bi da se što prije, barem u glavnim republičkim centrima, iskušaju elektronska računala u građevinarstvu. Za naše prilike možda bi bilo najcjelishodnije da strojeve nabave sveučilišta ili građevinski instituti.

LITERATURA

Aiken H. H., Synthesis of electronic computing and control circuits, Cambridge (USA), 1951.

Couffignal L., Les machines à penser, Paris, 1952.

Hastings C., Approximations for digital computers, Princeton (USA), 1955.

Livesley R. K., An introduction to automatic digital computers, Cambridge, 1957.

Montgomerie G. A., Digital calculating machines, London, 1956.

Richards R. K., Arithmetic operations in digital computers, Princeton (USA), 1956.

Tomović, dr. ing. R. i Mitrović, dr. ing. D., Elektronika u službi čoveka, Beograd, 1956.

Časopisi: Engineering News-Record, New York, 1958.
Construction, Paris, brojevi 3, 4 i 6/1958. (članak dr. ing. R. Pascala)
»Nikola Tesla«, Beograd, brojevi 30—31/1957. i 3/1958. (članci dr. ing. V. Muljevića i dr. M. Pibrovca)
Das Gas- und Wasserfach (Wasser-Abwasser), München, broj 8/1958 (članak autora J. W. Korte i H. Bodarwé)

DOM NARODNOG ZDRAVLJA NARODNOG ODBORA OPĆINE TRNJE U ZAGREBU

U toku god. 1954. izrađen je građevni program i projekat za gradnju Doma narodnog zdravlja u Trnju.

Građevni program predviđa u Domu funkcionalne grupe za opće ambulante, specijalističke ambulante (kiruršku, internističku, otolaringološku, neurološku, zubnu i školsku), dječji, antituberkulozni i dermatološki dispanzer, dispanzer za žene, centralni rentgen, laboratorij, higijensku stanicu, upravu, dvoranu za predavanje i tehničke uređaje.

Sve prostorije smještene su u tri bloka. Krajem god. 1957. dovršena su dva bloka. Blok sa školskom ambulantom i dispanzerima za djecu i žene izgrađen je samo u gruboj gradnji i čeka na dovršenje.

Opće karakteristike rješenja su ove:

— Opće ambulante, dječji, antituberkulozni, dermatološki dispanzer i dispanzer za žene, t. j. sve funkcionalne grupe Doma, koje iz higijenskih razloga zahtijevaju izravne ulaze izvana, smještene su u prizemlje. Ostale medicinske radne grupe nalaze se u prvom katu, tako da su objekti, u koje dolaze bolesnici, jednokatni.

— Kako bi bolesnici bili neposredno povezani s radnim medicinskim prostorijama i kako bi se postigla ekonomičnost izgradnje, u blokovima sa ambulantama nisu predviđeni hodnici.

— Čekaonice u prvom katu su bilateralno rasvijetljene i izravno zračene. Čekaonice u prizemlju su rasvijetljene i zračene jednostrano.

— Za unutarnji promet personala, sve su funkcionalne grupe međusobno povezane, osim onih kod kojih je to izričito u suprotnosti sa higijenskim pravilima. Svi blokovi Doma povezani su trijemovima.

— Zbog ujednačenja rasvjete na radnim mjestima sve su radne medicinske prostorije orijentirane spram sjevera.

Raspored i sastav radnih grupa u glavnom bloku je ovaj:

— Dvije sektorske ambulante smještene su uz ulaz u Dom. Svaka se sastoji od čekaonice, registracije i ordinacije, a obje imaju zajednički ulaz.

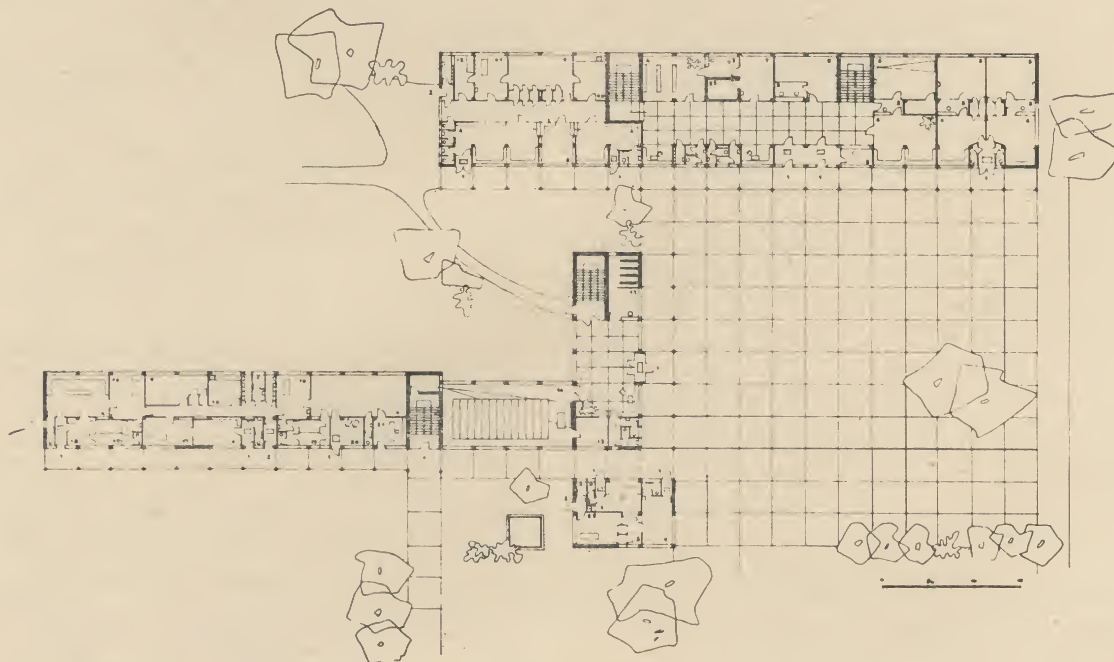
— Iz hala centralnog ulaza u blok pristupačna je okulistička ambulanta, koja se sastoji od čekaonice, ordinacije i tamne komore. Iz istog hala je pristupačna i otorinolaringološka ambulanta s istim sklopom.

rom, laborotorij, soba za pneumotoraks, soba za odmor i garderoba za personal.

U prvi kat glavnog bloka smještene su:

— kirurška ambulanta sa čekaonicom, registracijom, ordinacijom za intervencije, sterilizacijom i sobom za odmor;

— neurološka ambulanta sa čekaonicom, registracijom i ordinacijom;



Sl. 1 — Tlocrt prizemlja

— Uz glavni ulaz u blok smještene su prostorije za trijažu, prijavu kućnih posjeta, liječnike, patronažne sestre i vratara.

— S izravnim ulazom izvana, preko vjetrobranih prostora, uz čekaonice za odrasle i djecu, smješten je u lijevom krilu bloka antituberkulozni dispanzer. U sastavu dispanzera nalaze se prostorije za registraciju, rentgen s tamnom komorom, laborotorij, soba za pneumotoraks, soba za odmor i garderoba za personal.

— internistička ambulanta sa čekaonicom, registracijom, ordinacijom sa priručnim rentgenom i laboratorijem;

— centralni rentgen sa čekaonicom, boksovima za svlačenje, prostorijom za dijaskopiju, kuhinjom za kašu, terapijom, tamnom komorom i arhivom filmova;

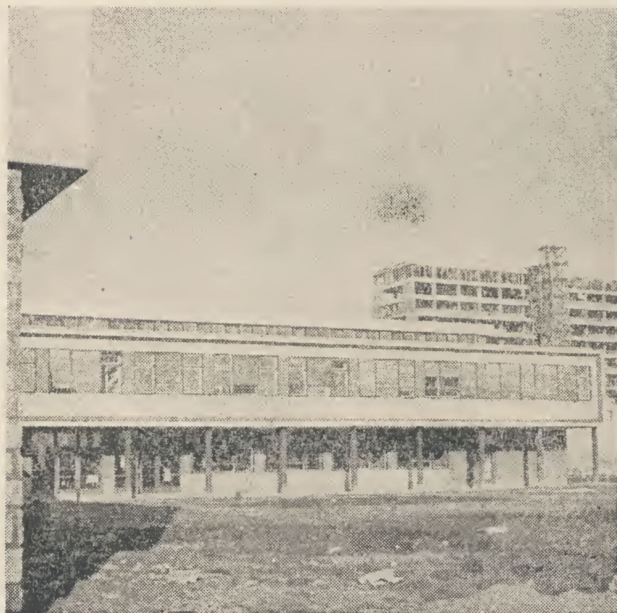


Sl. 2 — Glavna ulazna fronta

— centralni laboratorij sa čekaonicom, sobom za uzimanje ogledaka i izdavanja nalaza, kliničkim laboratorijem, praonicom, sterilizacijom i kancelarijom.

U bloku uprave smještene su:

— u prizemlju prostorije dermatovenerološkog dispanzera sa čekaonicama odvojenim po spolu, registracijom i ordinacijom te nusprostorijama za personal i bolesnike, zatim ulazni hal sa ložom za vratara, garderobom i pristupom u dvoranu za predavanja;



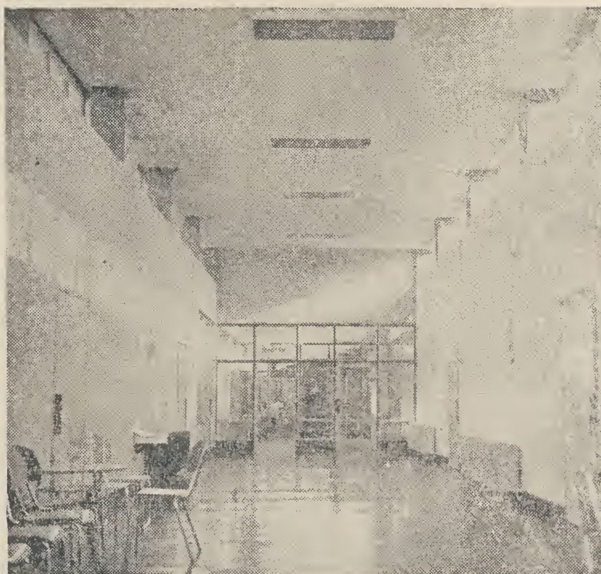
Sl. 3 — Glavni blok

— u prvom katu prostorije zubne ambulante sa čekaonicom, registracijom, ordinacijom sa dva radna mjesta, prostorijom za uzimanje otisaka i prostorijama za protetiku.

— u drugom katu prostorije uprave.

Do dovršetka trećeg bloka izmijenjene su u sadašnjoj upotrebi funkcije nekih grupa prostorija.

Zgrada je sagrađena od opeke s upotrebom armirano-betonskih stupova, a djelomično kao armirano-betonski kostur. Stropovi su armiranobetonski. Podovi u čekaonicama izvedeni su od teraca, a u ordinacijama od linoleuma. Od instalacija uvedena je u zgradu elektrika, vodovod, centralno grijanje s pripremom tople vode, plin, telefon i signalizacija.



Sl. 4 — Čekaonica

Projekt je izrađen u Arhitektonskom projektnom birou Dumengjić, a projektant je ing. arh. Zoja Dumengjić. Projekt instalacija je izrađen u Birou za instalacije Zergollern.

Gradnju je izvodilo Građevno poduzeće »Industrogradnja« iz Zagreba.

Centralno grijanje je izvelo poduzeće »Radiator« iz Zagreba.

Vodoinstalaterske radove izvelo je poduzeće »Malešević Branko« iz Zagreba, a stolariju poduzeće »Šavrić Marko«, također iz Zagreba.

Ing. Selimir Dumengjić

UMJETNA JEZERA KAO GRAĐEVINE BUDUĆNOSTI

U susjednim zemljama Italiji i Francuskoj sve se više širi ovaj novi način suzbijanja suše i osiguranja barem srednjih količina vode za potrebe života poljoprivrednih kultura u brežuljkastom području s nadmorskom visinom od 100—600 m, a u području mediteranske klime. Naročito snažan razvoj vidi se u Italiji, gdje se zapravo započelo s ovim jezerima (»lago collinare«). Godine 1954 bilo je izgrađeno 115 jezera s odgovarajućom natapnom mrežom, a 262 u 1956 god.; do maja 1957 popeo se taj broj na 433. Organiziranje čitave službe prepušteno je uredu za brežuljkasta jezera u Italiji, koji je osnovan u Firenzi s ciljem, da u perspektivi od deset godina bude izgrađeno 7000 jezera uz trošak od 30 milijardi lira.

Taj se program sada već izvršava. Ukupna količina vode, koja će se na taj način moći magazinirati, iznosit će 450 milijuna kubičnih metara vode, čime će se moći natapati 300 000 ha u brežuljkastom mediteranskom području Italije.

Još dalja perspektiva predviđa izgradnju od ukupno 40 000 jezera s ukupno 2 milijardi kubičnih metara vode za natapanje više od 1 milijuna ha, odnosno 20% obradive površine Italije.

S obzirom na mogućnost izgradnje takivh građevina i kod nas, dobro je iznijeti neke podatke i činjenice.

U Francuskoj se grade umjetna jezera malih dimenzija s površinom od jednog do dva hektara i kapacitetom od 50 do 200 000 m³. Takvo malo jezero pregrađeno je zemljanim nasipom dugim oko stotinu metara i visokim oko deset metara.

Drugi, ne manje važni dio ovog uređaja je razvodna mreža za vođenje vode iz jezera. Ona se obično gradi za slobodni gravitacijski pad, a najčešće je sistem natapanja kišenjem, koje je najekonomičnije s obzirom na najmanje gubitke.

Treći dio uređaja je pokretna oprema za natapanje, i to pretežno niskotlačnim ili srednjetlačnim agregatima uz osiguranje sezonske količine vode od 1000 do 2000 m³/ha.

Ta shema je vrlo jednostavna, a podesna je za područja srednje nadmorske visine od 100 do 500 m, područja koja se ne mogu osigurati na koji drugi način vodom za natapanje.

Sadašnja praksa preporuča upotrebu niskotlačnih odn. srednjetlačnih agregata sa 1,5 do 3,5 atm., ali se za budućnost predviđa prvenstveno upotreba samo niskotlačnih agregata za kišenje, jer takav uređaj omogućuje proširenje natapne površine.

Kao primjer možemo uzeti jedno imanje površine od 50 ha. Na tu površinu može se dovesti u kritičnom sušnom periodu 1000—2000 m³/ha. Ta količina treba da bude razdijeljena u dva do četiri obroka (u francuskim mediteranskim područjima!).

Ova količina vode, iako ne predstavlja zadovoljenje maksimalne potrebe, ipak će znatno utjecati na povećanje prinosa, ako se vodi računa o tome, da se ta količina vode dade u određena kritična razdoblja najveće potrebe kultura. Maksimalne količine sigurno su za tri do četiri puta veće.

Iz talijanskih podataka proističe, da je prinos kukuruza peterostruk u odnosu na nenatapanu parcelu, a kod maslina trostruk.

Za natapanje 50 ha trebalo bi osigurati minimalno 75 000 m³ vode, što znači načiniti jezero s kapacitetom od barem 90 000 m³, računajući gubitke evaporacijom, koji su u mediteranskim krajevima znatni, dok se ostali gubici mogu svesti na minimum.

Jezero treba smjestiti blizu vrha, koji dominira terenom za natapanje, stavljajući branu što je moguće više, zbog smanjenja dimenzija ispusta i preliva. Ispust će u ovim prilikama biti jednostavan polukružni otvor u nivou brane.

U dosadašnjoj praksi postoji ovo »zlatno pravilo«: jedan hektar slivnog područja treba da natapa jedan hektar obrađenog tla.

Također se mora računati s postepenim zasipavanjem jezera. Dosadašnji rezultati u mediteranskom području daju podatak od 5 m³ materijala po jedinici površine slivnog područja, odn. 150 m³ godišnje. Iz toga proizlazi važnost čišćenja i održavanja jezera.

Prilikom izbora lokacije jezera važno je izabrati takav teren, koji dominira natapnim područjem, ali ne prestrmo, jer postoji opasnost da se dobije suviše uzak rezervoar. Uzdužni pad ne bi smio preći 8%, a drži se, da je vrlo idealan pad od 3%.

Ukupna kubatura zemlje, koja se ugrađuje u branu, prosječno se računa 20—25% od volumena retencije. Odnos 1/6 smatra se idealnim.

Brane se najčešće grade od materijala nađenog na licu mjesta, pomoću buldožera. Sama tehnika gradnje i temeljenja treba da bude pod rukovodstvom stručnog tehničkog kadra. Možda se čitava stvar čini jednostavnom, ali to ne treba shvatiti, da te građevine može svatko izvoditi bez opasnosti i posljedica.

Obično su potrebne prethodne studije o problemima, koji se odnose na:

1) topografske uslove, koji omogućuju ekonomičnu izgradnju, jer su troškovi direktna funkcija duljine i visine brane, pa o tim veličinama ovisi kubni sadržaj,

2) hidrološke lokalne prilike, s obzirom na količine vode, koje se mogu očekivati,

3) osiguranje preliva zbog održavanja jednolikog nivoa vode u jezeru,

4) zemljani materijal, koji će se ugraditi u branu, mora biti stabilan i nepropustan,

5) uređaj za dreniranje i osiguranje ribogojstva,

6) sigurnosni uređaj.

Prema francuskim podacima stajala bi brana kubature od 90 000 m³ oko 4 500 000 francuskih franaka, računajući rad buldožera s 250 fr. po kubnom metru.

Cjelokupna fiksna i pokretna mreža za natapanje stajala bi oko 9 500 000 franaka, što iznosi nešto manje od 200 000 franaka investicija po hektaru, a zajedno sa branom blizu 15 milijuna franaka, odnosno 300 000 franaka po hektaru natapne površine. Te su investicije niže ili jednake stvarnoj cijeni koštanja u velikom melioracionom području na Jugu Francuske, koje je predviđeno za postizavanje maksimalnih prinosa.

Jedan kubik vode stoji do 60 fr., što je prilično mnogo. Međutim, radi se o vrlo skupocjenoj vodi u ovim prilikama, donoseći povećanje srednjeg bruto prihoda, koji može u Mediteranu preći 100 000 fr. godišnje, dok godišnji troškovi te investicije u eksploataciji i uzdržavanju iznose oko 25 000 franaka.

U našim brežuljkastim područjima svakako će trebati pristupiti razmatranju mogućnosti izgradnje takvih jezera, s obzirom na nemogućnost opskrbe vodom na drugi način.

Ing. B. Djaković

S naših i inostranih gradilišta

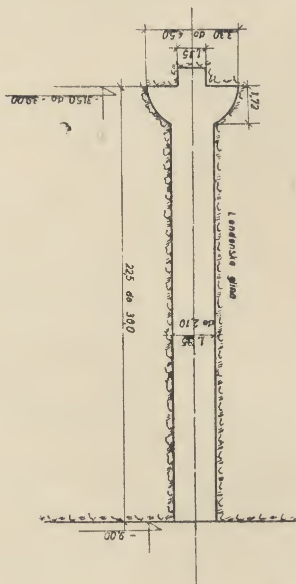
TEMELJENJE POSLOVNE ZGRADE »SHELL«-A U LONDONU

(Bilješka sa studijskog boravka u V. Britaniji)

Ing. **Valter Janaček,** »Hidroelektra«, Zagreb

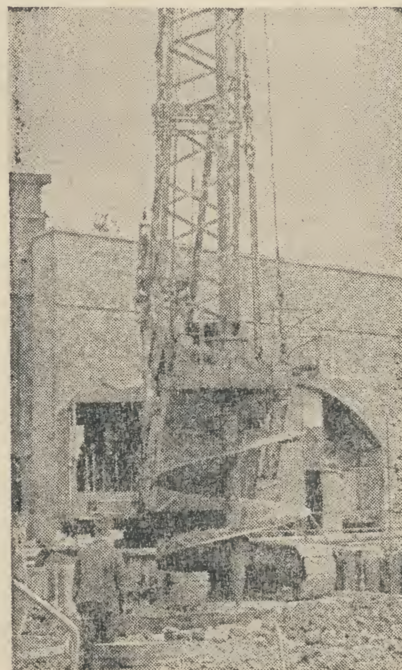
U najstrožem centrumu Londona, u neposrednoj blizini Waterloo-željezničke stanice i rijeke Temze, započeta je krajem 1957. g. izgradnja nove poslovne zgrade koncerna »Shell«. Dio ove zgrade imat će visinu 102 m i prema tome će biti daleko najviša građevina ove vrsti u Londonu. Glavnina zgrade je 10-katna i 40 m visoka željezo-betonska konstrukcija, dok 25-katni i 102 m visoki dio ima nosivu konstrukciju od čelika. Za spratne konstrukcije primjenjuju se prefabricirani elementi od prednapregnutog betona. Predviđene su najsuvremenije instalacije za zračenje i loženje. U vezi s time izgrađuje se posebni tunel za rashladnu vodu do obližnje rijeke Temze. Na cca 1/5 tlocrta zgrade izgraditi će se vrlo prostrana podzemna garaža na 4 kata.

Zgrada je osobito interesantna s obzirom na uslove fundiranja i pri tome primijenjene metode. Građevina se temelji na slojevima t. zv. londonske



Sl. 1 — Pilot sa proširenom osnovicom

gline. Radi se o slojevima neobično kompaktne gline vrlo velikog prostranstva, koja prelazi i područje Velikog Londona, ima redovito veliku debljinu do 50—100 m. S obzirom na okolnost, da upravo ispod ove zgrade prolaze 4 tunelske cijevi londonske željeznice, trebalo je pribjeći djelomično temeljenju pilotima. To s razloga, što se nije dopustilo, da obloga ovih tunela primi neka povećanja opterećenja. Temeljenje na pilotima primijenjeno je i za 102 m visoki dio zgrade. Opterećenje tom zgradom je toliko, da se ono ne bi moglo direktno prenijeti na više slojeve gline, nego se prenosi pilotima na dublje slojeve, koji imaju znatno veću nosivost. Slojevi londonske gline započinju cca 10 m ispod površine terena, a baza pilota je 15—23 m unutar sloja gline.



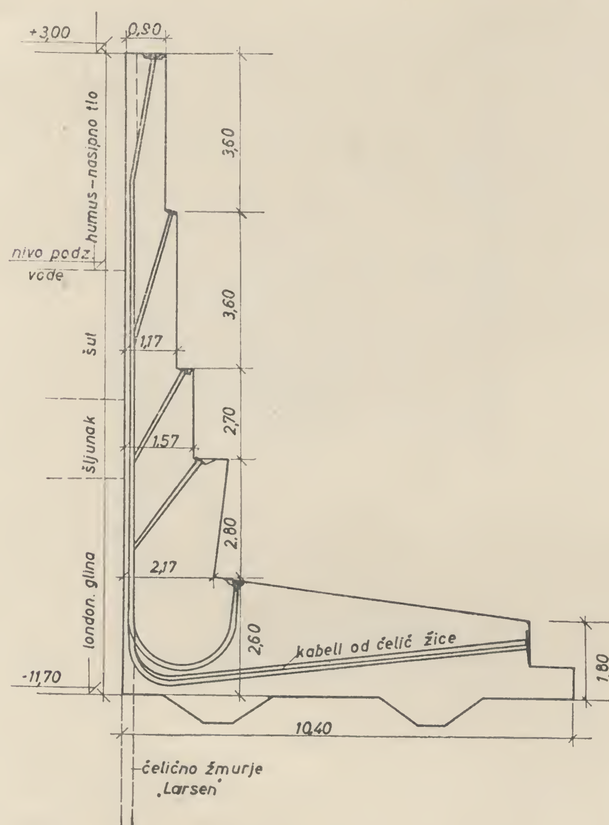
Sl. 2 — Pokretna bušilica za iskop (bušenje) pilota

Piloti su neobično velikih dimenzija. Koliko mi je poznato, izvode se takvi piloti po prvi puta. Nadalje je interesantno, da imaju vrlo proširenu osnovicu (sl. 1.). Na taj način postignuta je ogromna nosivost po pilotu, i to do 5700 tona; uz faktor sigurnosti od 2,50 iznosi dopuštena nosivost takvog pilota cca 2300 t. Od ukupne nosivosti otpada na nosivost zbog trenja cca 30%, a na nosivost proširene osnovice 70%.

Vrlo interesantna je izvedba pilota. Primjenjuje se specijalna mehanizacija, t. j. velika pokretna bušilica (sl. 2). Iskopana šupljina pilota privremeno se cijevima osigurava od urušenja. Ovo se uglavnom vrši samo u slojevima sipine, zemlje i šljunka, koji se nalaze nad glinom. Glina je obično tako kompaktna, da nije potrebno nika-

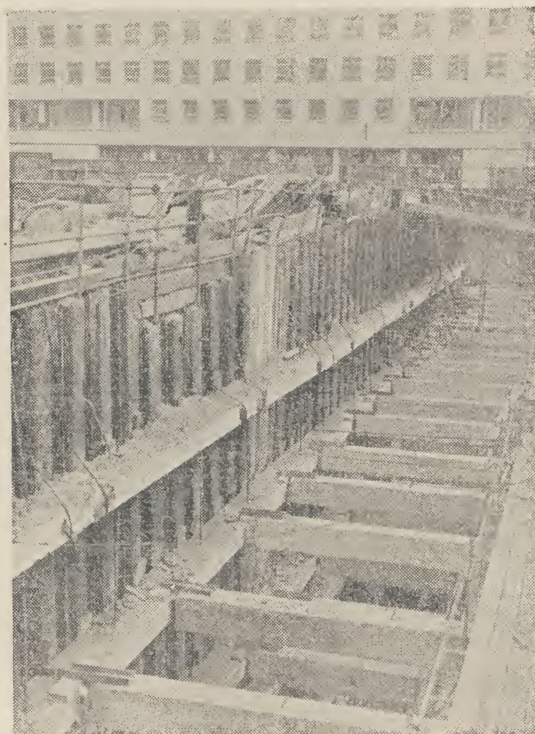
kvo privremeno podupiranje. Nakon što je pilot u potpunosti izbušen (iskopan), uvlači se definitivna obloga od betonskih cilindara, pod zaštitom kojih radnici mogu ugraditi predviđenu čeličnu armaturu i provesti injektiranje baze i cilindra, da se postigne potreban prisni kontakt sa tlom i konačno izvrši betoniranje pilota. Dužina tih pilota je 12—20 m.

S obzirom na podzemnu četverokatnu garažu i ostale vrlo velike instalacije u podzemlju (grijanje, ventilacija i t. d.) trebalo je djelomično iskopati vrlo duboku građevnu jamu. Kako se objekat izgrađuje neposredno uz vrlo prometne ceste i vrlo blizu važnih i vrijednih zgrada, trebalo je građevnu jamu najpomnije osigurati. Izgrađen je cca 15 m visoki potporni zid (sl. 3). Da bi taj zid bio što



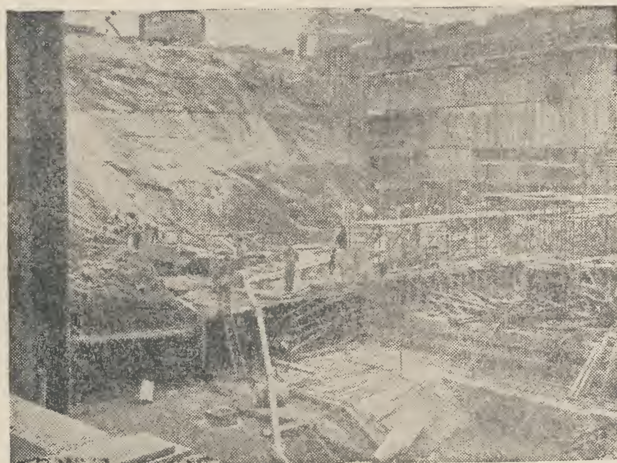
Sl. 3 — Poprečni presjek potpornog zida

tanji, on je izrađen od prednapregnutog betona. Njegova izgradnja uslijedila je u prosjeku širine cca 10 m pod zaštitom cca 20 m dugog čeličnog žmurja tipa Larsen. To žmurje je pobijeno u nepropusne gline, tako da je njime osigurana građevna jama protiv procjeđivanja iz obližnje rijeke Temze kroz gornje propusne slojeve. Žmurje je međusobno razuprto vrlo masivnim prefabriciranim željezo-betonskim podvlakama i razuporama (sl. 4). Iskop je izvršen bagerom; međutim, dublji slojevi gline bili su toliko tvrdi, da su prethodno trebali biti iskopani pneumatskim lopatama. Shematski položaj kabela za prednaprezanje vidi se iz sl. 3. Vanjski red pobijenog čeličnog žmurja ostaje ugrađen iza zida, dok se unutrašnji izvlači po izvršenoj izgradnji zida s postepenim napredovanjem iskopa građevne jame (sl. 5). Za beton zida

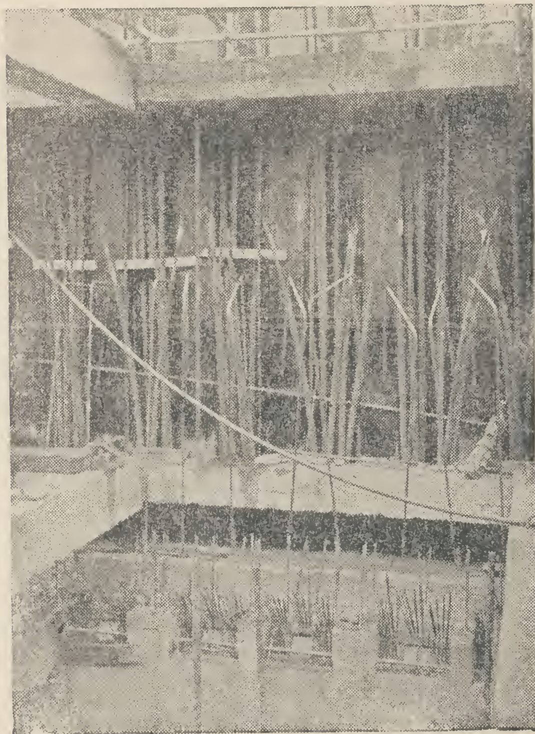


Sl. 4 — Razuporna konstrukcija od prefabriciranih željezobetonskih elemenata

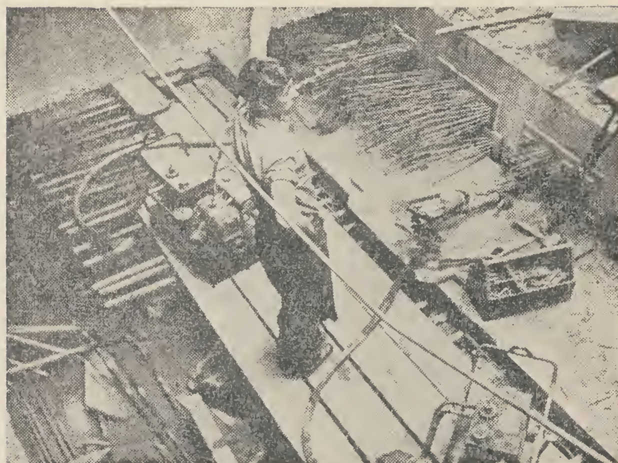
se traži čvrstoća 350 kg/cm^2 nakon 28 dana, a dopušteni tlačni napon je 140 kg/cm^2. Kabeli za prednaprezanje sastoje se od po 12 žica promjera cca 7 mm, a nategnuti su sa cca 10 500 kg/cm^2 (sl. 6). Primijenjen je sistem prednaprezanja Gifford-Udall-C. C. L. (sl. 7). Pojedine žice kabela nategnu-



Sl. 5 — Postepen iskop građevne jame i uklanjanje unutarnjeg reda čeličnog žmurja



Sl. 6 — Faze izgradnje potpornog zida; vidljivi su kabeli za prednaprezanje gornjeg dijela zida, dok je donji dio već izgrađen



Sl. 7 — Natezanje pojedinih žica

te su na određenu mjeru i napon. Prednaprezanje je izvršeno istovremeno s obje strane kabela. Po završenom radu injektirani su kabeli zbog zaštite žice od rđanja.

Pritisak na zid određen je prema Civil Engineering Code of Practice No 2 (1951): »Earth Retaining Structure«, nakon što su prethodno opsežnim geomehaničkim pokusima utvrđene karakteristike tla. Provjeravanje tih projektnih podataka vršilo se u toku izvedbe ugradnjom niza najosjetljivijih instrumenata za mjerenje deformacija, odnosno naprezanja u željezo-betonskim razuporama žmurja, kao i u samom potpornom zidu. Ova ispitivanja bila su za vrijeme mog posjeta toj gradnji još u početnoj fazi, tako da se nisam mogao upoznati sa dobivenim rezultatima.



Sl. 8 — Osigurana i iskopana građevna jama

Na ovaj način osigurana je sa svih strana građevina, koja po svojoj veličini, a osobito dubini daje izvanredno impresivnu sliku (sl. 8).

DOVRŠAVA SE GRAĐENJE NASUTE BRANE PERUČA NA CETINI KOD SINJA

Građenje nasute brane od kamena s tankom jezgrom od gline na rijeci Cetini kod Sinja, o kojoj smo u našem časopisu pisali više puta,* bliži se kraju. Još do kraja ove godine dovršit će se glavni radovi nasipanja brane, koja je već dosegla visinu krune. Građenje brane započelo je ljeti 1956 skretanjem Cetine kroz obilazne tunele. Kopanje i betoniranje temelja za jezgru dovršeno je iste godine, kada je nasipanje kamena za tijelo brane

* Vidi: Građevinar, posebni broj, 1956, str. 60, broj 3/1956, str. 110, broj 5/1957, str. 125.



Sl. 1 — Uzvodna kosina brane od krupnog nasutog kamena

također već dobro napredovalo. Slijedeće godine započeto je i nasipanje glinene jezgre, pa je gradnja došla u pun zamah, dosegavši visinu od skoro



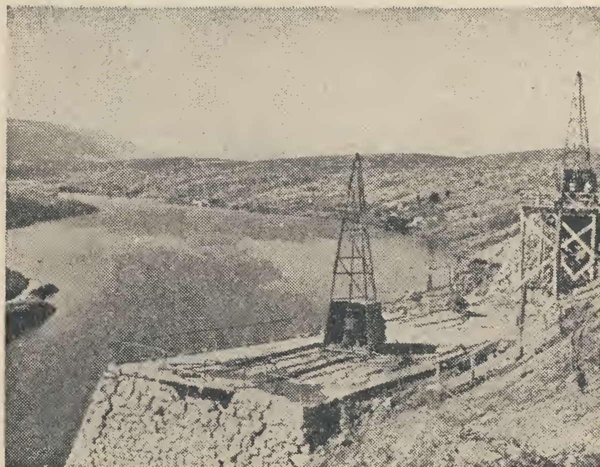
Sl. 2 — Nasipanje gline i filtera na kruni brane

40 m. Nasipanje kamena vršeno je s malim prekidima kroz cijelu godinu, dok je nasipanje jezgre od gline bilo ograničeno na period od kasnog proljeća do rane jeseni.



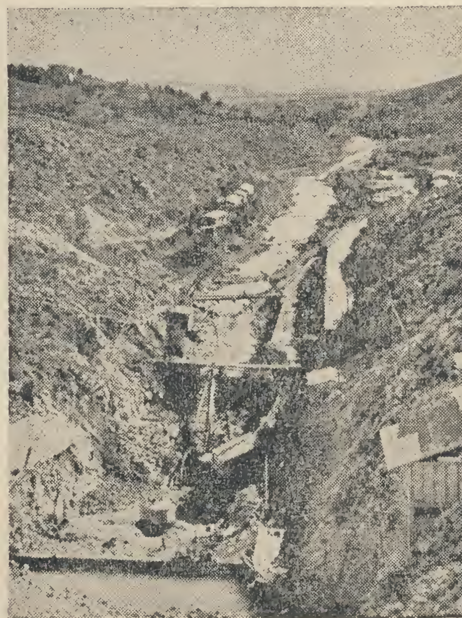
Sl. 3 — Rad strojeva na kruni brane

Nasipanje kamena vršeno je po prvi puta u našoj zemlji u slojevima debljine 6 do 10 m (iznimno i do 22 m) uz obilno polivanje vodom. To je omogućilo dobru koordinaciju između nasipanja kamena, koje je teklo više ili manje kontinuirano,



Sl. 4 — Pogled na usporenu vodu Cetine u jezeru

i nasipanja gline u tankim slojevima u jezgri brane, koje se moralo prekidati za kišnog vremena. Na taj način dobro je iskorištena teška mehanizacija za vađenje, utovar i prevoz lomljenog kamena, pa je ukupna količina od oko 700 000 m^3 kamena ugrađena u branu za nešto više od dvije godine.



Sl. 5 — Suho korito Cetine nizvodno od brane; u prednjem planu iskop za temelje strojarnice.

Uzvodna kosina brane ostaje neobrađena, krupni kameni blokovi nasipaju se uz kosinu u sloju debljine oko 3 m, zbog zaštite kosine od valova. Nizvodna kosina također nije slagana ručno, nego

je kamen nasipan kamionima i dotjerivan u predviđeni profil kosina ispiranjem jakim mlazevima vode, da bi se s površine isprao kamen i sitnež, koji ne stoje na njoj sasvim stabilno.

Na kruni brane postavit će se uz rubove ceste dva reda velikih kamenih blokova mjesto kolobrana i parapetnog zida, a prometna površina širine 6 m će biti obrađena polupenetracijom, da bi se gornji slojevi glinene jezgre zaštitili od prekomjernog sušenja.

Uz lijevi kraj brane gradi se preliv za odvođenje velike vode. To je betonska građevina s automatskom zapornicom za reguliranje vodostaja u jezeru na koti 360. Odatle se voda vodi strmim betoniranim žljebom uz lijevi obronak u korito Cetine.

Radovi na injektiranju nepropusne zavjese, koji su, zbog propusnog krškog vapnenca koji tvori podlogu brane, bili veoma zamašni, također će kroz nekoliko mjeseci biti dovršeni. Koncem septembra ove godine privremeno je zatvoren temeljni ispust, kroz koji je protjecala Cetina, pa se voda počela sakupljati u jezeru, dosegavši uspornu kotu 319,0. Kod tog najvišeg vodostaja nije opaženo povećanje dotoka vode u građevnu jamu za strojarnicu, koja je upravo sada iskopana do najdublje kote.

Dovršenje ove velike kamene brane u predviđenom roku od nešto više od dvije godine pokazuje, da se upotrebom prikladne mehanizacije i s dobrom organizacijom rada takvi objekti i kod nas mogu graditi veoma uspješno. *E. N.*

Kongresi i sastanci

TREĆI MEĐUNARODNI KONGRES LUKA

Kongres je organizovalo društvo flamanskih inženjera. Održan je u Antwerpenu od 15—21 juna 1958 godine. U isto vrijeme (od 14—24 juna 1958 god.) belgijski nacionalni komitet I. G. H. C. A. organizovao je drugu međunarodnu nedjelju posvećenu manipulaciji robe.

Te dve značajne manifestacije omogućile su da se naučno-teoretska strana pojedinih pitanja, obrađenih na kongresu, dopuni očiglednim demonstracijama moderne tehničke opreme, transporta, pretovara, skladišta, građenja i dr.

Rad kongresa bio je organizovan u pet sekcija: I) lučki radovi, II) lučke sprave, III) pretovar i uskladištenje robe, IV) sigurnost u lukama, V) eksploatacija luke.

Od pitanja obrađenih u pojedinim sekcijama navodimo detaljnije samo ona, koja su interesantna za građevinare:

I sekcija: Lučka postrojenja

Opšti raspored i izgradnja skladišta u lukama: Položaj i kapaciteti, odstojanja između podupirača, vrste krovne konstrukcije, prefabrikacija, prednaprezanja, specijalno građenje, veze, prethodna ispitivanja zemljišta, reparature, osvetljenje, zaštitni uređaji od požara, otvori, klimatski uređaji; građenje silosa, tankera itd.; radna mesta i gaz za veće i velike tankere u unutrašnjosti i izvan luke; rekonstrukcije, koje treba predvideti u lukama s obzirom na dalje povećanje brodskih dimenzija; uređenje i oprema luka sa urbanističke i socijalne tačke gledišta, zeleni prostori i parkovi, izgled i boje administrativnih zgrada, hangara, magacina lučkih sprava itd.

II sekcija: Lučka oprema

Pokretanje i kontrola dizalica na hidraulični pogon; održavanje i pregled lučke i brodske mehanizacije; moderni pretovarni proces za rasute terete; statički i dinamički stabilitet lučkih plovnih sprava i alata (plovne dizalice, elevatori za zrnastu robu itd.).

III sekcija: Pretovar i uskladištenje robe

Pretovar tereta u lukama: u skladištu na obali, sa obale u brod, u brodu; pretovar lako pokvarljive robe (voće, meso, riba, jaja, buter, šećer i drugo); itd.

IV sekcija: Sigurnost u lukama

Zaštita od požara i borba protiv požara: blizu mašina, pri rukovanju drvetom, prilikom rukovanja drugim zapaljivim materijalom; sanitarna zaštita u luci i van nje; itd.

V sekcija: Eksploatacija luke

Rejonizacija u lukama u zavisnosti od politike eksploatacije: a) najamnina, zakup ili prodaja zemljišta, b) uređenje puteva i železnica sa gledišta razmeštaja postrojenja, c) snabdevanje električnom energijom, d) razmještaj odgovarajućih industriskih basena, e) veze sa gravitacionim područjem (vodeni put, železnica, autocesta, vazdušne linije, cevni vodovi); način saobraćaja (prevoz ljudi, stražarenje prve pomoći itd.).

Kako se vidi po iznetim temama, na kongresu je široko zahvaćena gotovo celokupna problematika luka, od dragocenog značenja i za kadrove naših luka. Ti materijali otštampani su i dostavljeni unapred svim pravovremeno prijavljenim učesnicima kongresa.

Pored zajedničke posjete, II. međunarodne izložbe pretovara robe, luke Antwerpen i Svetske univerzalne izložbe u Brislu, program kongresa bio je dopunjen nizom grupnih poseta Antwerpenu i okolini, već prema učešću u pomenutim sekcijama i posetom industrijskih preduzeća i važnijih istorijskih objekata Antwerpena.

Na kongresu je učestvovalo preko 500 delegata iz ovih zemalja: Austrija, Belgija, Engleska, Francuska, Finska, Grčka Italija, Izrael, Japan, Jugoslavija, Liban, Luksemburg, Nemačka demokratska republika, Zapadna Nemačka, Poljska, Portugalija, SAD, Saudiska Arabija, SSSR, Španija, Švajcarska, Švedska, Tajland. *Ing. Ljumović, Bar*

Iz inozemnih časopisa

INDIJA I KINA RAZMATRAJU ISKORIŠTENJE NAJVEĆEG HIDROPOTENCIJALA NA SVIJETU

(Engineering News-Record, New York, septembar 1958.)

Indijska centralna komisija za vodu i energiju razmatra početak radova na iskorištenju vodenih snaga na indijsko-kineskoj granici, veličine 30 mil. kW.

Radi se o potencijalu za koji se smatra da je najveći na svijetu. Visoko u planinama Himalaje rijeka Brahmaputra čini oštru okuku. Izgradnjom tunela dugog 16 km, koji bi presjecao tu okuku, Indijci računaju da bi se dobio pad od 2 300 m, koji bi omogućio instaliranje 30 mil. kW uz 60% faktor opterećenja. Snagu bi iskorištavali zajednički Indija i Kina.

Vlade dviju zemalja sada studiraju preliminarne izvještaje. Očekuje se da će se premijeri Nehru i Ču En Laj uskoro sastati i prodiskutirati projekt.

Ovaj potencijal je nešto malo veći od onog koji se studira kod vodopada Inga na donjem toku Konga u Africi, koji se cijeni na 25 mil. kW. Tu se radi o protočnoj količini od 28 000 m^3/sec i padu od 90 m. Protoka Brahmaputre u Himalaji cijeni se na 1 800 m^3/sec.

B. P.

CIJEVNI VOD DUG 6,5 KM IZ POLIVINILKLORIDA ZA TRANSPORT SUMPOROVODIKA

(Le Génie Civil, Pariz, septembar 1958.)

Rafinerija nafte Frontignan puštala je sve donedavno u zrak neiskorištene znatne količine plinova, koje je dobivala kao sporedni produkt, među njima i sumporovodik. Nedaleko od rafinerije u pogonu je jedna tvornica kemijskih produkata, koja među ostalim proizvodi i sumpornu kiselinu i superfosfate.

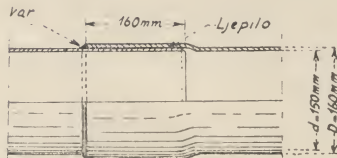
Zato su se obje fabrike sporazumjele da će radi korištenja otpadnih plinova izgraditi cijevni vod dug 6,5 km, koji će raditi pod tlakom do 1,5 kg/cm^2. Izbor materijala za taj vod bio je težak. Teren je prokvašen morskom vodom, koja je izmiješana sa otpacima iz jedne plinare, rafinerije nafte i nekoliko kemijskih fabrika. Osim toga u blizini prolazi električna željeznica na istosmjernu struju 1 500 V, pa postoji opasnost od lutajućih struja.

Zato su cijevi izrađene od polivinilklorida. Unutrašnji promjer cijevi iznosi 150 mm, a debljina 5 mm. Cijevi imaju kolčak dužine 160 mm, a spojene su specijalnim ljepilom na cijelu dužinu kolčaka, a pored toga i zavarene pomoću šipki iz polivinilklorida (slika 1). Kod izrade spojeva najprije je kolčak ugrijan toplim zrakom na temperaturu od oko 130°C, da bi se proširio i omekšao. Kad se kolčak ohladio, čvrsto je obuhvatio drugu cijev.

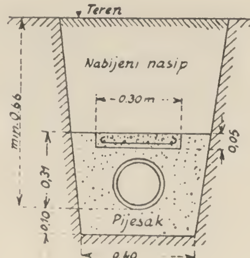
Vod je položen u sloj pijeska vis. 40 cm (slika 2). Ispitan je na tlak od 3 kg/cm^2 (dva puta veći od pogonskog tlaka).

Iako materijal ima visok koeficijent toplinskog rastezanja (0,07 mm/m°C), nisu predviđene nikakve posebne mjere za preuzimanje dilatiranja. Smatra se da će se s obzirom na izvjesnu finu povijenost cijevi u jarku promjene dužina kompenzirati. Čvrstoća na kidanje iznosi 510 kg/cm^2. (Tvornica Jugovinil daje za svoje cijevi Juvidur Kl. gotovo identične podatke za koeficijent toplinskog rastezanja i čvrstoću na kidanje. *Prev.*)

B. P.



Slika 1



Slika 2

POTREBAN JE BOLJI OPIS RADOVA

(Engineering News-Record, New York, oktobar 1958.)

Diskusije o preciznosti opisa radova u troškovnicima vode se u SAD gotovo neprekidno. Nedavno je u New Yorku održan sastanak predstavnika mjesnog odbora Američkog društva civilnih inženjera i njujorškog odsjeka Instituta za građevinske standarde, na kome je ponovno pretresana problematika opisa radova.

Najviše je bilo govora o dvjema klauzulama, koje se često javljaju u troškovnicima: »ili slično« i »prema uputama projektanta«.

Predstavnik poduzetnika smatra da bi trebalo nastojati da opis radova bude jasan i kompletan. Uvođenjem klauzule »ili slično« ostavlja se izbor materijala nesigurnim, pa je ta klauzula privlačna za hazardere i špekulante. Nesavjesan će izvođač, naravno, nastojati da upotrijebi makar najmanje poželjan materijal, samo da bi snizio svoje troškove. Međutim predstavnik projektanata je iznio da bi izostavljanje ove klauzule i propisivanje određenog materijala omogućilo slučajeve protekcionaštva i korupcije, te da se baš tom klauzulom željelo uvesti časnije poslovne metode. On da u svojoj praksi postupa tako da preferirane materijale i opremu odabere u fazi projektiranja, a adekvatnost event. zamjene propisanog materijala treba da dokazuje izvođač, a ne investitor ili projektant. Izvođač treba tom prilikom da prikaže i uštede koje se postižu, a one idu u korist investitora. Na taj način izvođač gubi oduševljenje da predlaže izmjene. Druga dva načina, o kojima se govorilo na sastanku jesu, da se uvijek navedu tri prihvatljive vrste ili da se točno propiše traženi kvalitet gotove izvedbe.

Za klauzulu »po uputi projektanta« predstavnik izvođača je iznio slične prigovore kao za onu prvu. Ako u opisu nije dano dovoljno podataka, izvođač mora da bude pravi mađioničar da bi pogodio unaprijed što će projektant odlučiti. Zato je on prisiljen da povisi cijene u svojoj ponudi, da bi se osigurao od rizika. U jednom slučaju iz njegove prakse dodatak betonu »prema uputama projektanta« stajao je 75 000 dolara, a neizvjesnost kod ponuđača mogla se lako izbjeći, da je za taj dodatak bila zavedena posebna stavka ili da je bio obračunat kao naknadni rad.

On dalje prigovara tome, što su u uslovima rokovi za dovršenje radova ponekad nemarno ocijenjeni ili čak navlaš prekratko odmjereni, da bi se time izvođač potakao na brži rad. Ali ako ponuđač pristupa kalkulaciji ozbiljno, on će uzeti u račun troškove za prekovremeni rad, te investitor ništa ne dobiva, ali može da izgubi na efikasnosti normalno tempiranog posla.

Predstavnik projektanata je mišljenja da detaljni opisi radova nose u sebi izvjestan riziko. U sporovima sa projektantima izvođač će prije poći pred sud, ako postoji detaljan opis radova, naročito ako se radi o javnim radovima. Osim toga treba da postoji izvjesna sloboda za izvođače i projektante na gradilištu, ako prilike indiciraju promjene projekta.

B. P.

MEHANIZIRANO PROJEKTIRANJE PRIMLJENO JE HLADNO

(Engineering News-Record, New York, oktobar 1958.)

Nedavno je u SAD uz primjenu najnovijih metoda (fotogrametrije i elektronskih računala) izvršeno projektiranje jednog autoputa u rekordno kratkom vremenu, a u stručnoj štampi se redovno opisuju prednosti modernih načina rada.

Međutim, kad se na godišnjoj konferenciji oblasnih ureda za javne puteve u SAD govorilo o uvođenju novih metoda, prisutni nisu pokazali veliko interesovanje.

Konferenciji je prisustvovalo blizu 1000 učesnika (inženjera i činovnika oblasnih ureda). Dok su opći sastanci bili dobro posjećeni, sjednicama na kojima su dani izvještaji o primjeni fotogrametrije i elektronskih računala prisustvovalo je manje od 100 delegata, iako su predavali najistaknutiji stručnjaci iz Američkog udruženja graditelja puteva, Federalnog ureda za javne puteve, Korpusa inženjera, te departmana za javne radove države New York.

Isto tako su učesnici posvetili malo pažnje demonstracijama, na kojima su stručnjaci iz Korpusa inženjera i tuceta privatnih firmi prikazali najnovije strojeve i rad na njima.

B. P.

Iz društva građevinskih inženjera i tehničara N R Hrvatske

PREDAVANJE U ZAGREBAČKOJ PODRUŽNICI

U društvenim prostorijama DIT-a održao je dne 29 X t. g. Ing. Sergije Nonveiller predavanje o izgradnji luke Latakija u Siriji.

Predavač je u toku izlaganja dao potpun prikaz izgradnje ovog velikog objekta, od opisa projekta do organizacije izvođenja. U vremenu od januara 1953 do jula 1957 izgrađeni su ovi objekti:

— glavni lukobran dužine 1435 m, na dubini od 5 do 18 m, koji se sastoji od kamenog nasipa s betonskom krunom i parapetom,

— glavna obala dužine 600 m, na dubini od 9 m izrađena od betonskih blokova i nadmorsko betoniranog zida,

— istočna obala dužine 270 m, na dubini od 7 m, izrađena od čeličnog žmurja,

— sjeverni i južni kameni nasipi koji spajaju glavnu obalu s lukobranom i kopnom, a istovremeno služe za ublažavanje talasanja mora u lučkom basenu,

— nasuta morska površina iza glavne obale,

— lučki basen produbljen na dubine od 7, 9 i 11 m i konačno

— sidrište uređeno za brodove od 30.000 tona.

Osim ovih radova, koji su bili predviđeni u ugovoru, naknadno je pogođena i izgrađena obala za utovar žitarica pred novim silosom, duga 160 m. Za podmorske betone ove obale upotrebljen je sistem Prepakt, t. j. u šljunak, nasut u podmorske kesone, naknadno je ubrizgana cementna kaša s dodacima, koji je čine lako ugradljivom i otpornom protiv ispiranja mora za vrijeme rada.

U ove objekte su ugrađene ove količine materijala: — kamen od 0 do 20 t težine 1 275 000 m^3, — beton 100 000 m^3, — pijesak i zemlja 1 100 000 m^3, — iskop podmorskog materijala, hridi, pijeska i blata 108 000 m^3 itd.

Predavač je detaljno opisao organizaciju rada i proizvodne procese, s naročitim osvrtom na proizvodnju kamena i betona. Ti su radovi bili u potpunosti mehanizirani.

Predavanje je bilo popraćeno velikim brojem dijapozitiva.

TEČAJ »CEMENT I BETON«

Društvo građevinskih inženjera i tehničara NR Hrvatske, podružnica Zagreb ovime obavještava zainteresirane, da će za vrijeme zime održati nekoliko tečaja »Cement i beton«.

Bit će održana dva tečaja za tehničare i jedan za inženjere, i to: I. tečaj od 2. II. 1959 — 14. II. 1959. za tehničare, II. tečaj od 16. II. 1959. — 28. II. 1959 za inženjere i III. tečaj od 2. III. 1959 — 14. III. 1959 za tehničare.

Detaljni program bit će objavljen u narednom broju časopisa. Posebno će biti posvećena pažnja obradi osnova kemije koja je potrebna građevinarima, zatim radu u terenskom laboratoriju, te praktičnom prikazu rada sa vibratorima.

Molimo sve kolege koji žele tom tečaju prisustvovati, da se prijave do 31. XII. 1958. god., uz potvrdu da su im osigurana materijalna sredstva za troškove tečaja i za lične troškove (dnevnice i sl.) Poduzećima i ustanovama razaslali smo ovih dana okružnice.

JUBILARNI ZBORNIK

Društva inženjera i tehničara u Splitu

Društvo inženjera i tehničara u Splitu, u povodu svojeg nedavnog trostrukog jubileja, dalo je u štampu prigodni Zbornik, koji će na oko 450, crtežima i slikama bogato ilustriranih, stranica izložiti razvitak i stanje privredne djelatnosti Splita i okoline, i znatno šireg područja. U tom Zborniku dolazi do izražaja stvaralački duh i borba za afirmaciju toga kraja već od najstarijih vremena. Ipak, posebno je obrađeno ono što je učinjeno u našoj socijalističkoj sredini i s čim naša stvarnost danas na najraznorodnijim poljima ljudske djelatnosti raspolaže.

Zato je u Zborniku iznesen urbanizam i razvitak grada, s njegovim tisućljetnim historijskim zdanjima i spomenicima, podloga današnjem turizmu, ali i stambeno pitanje koje je tu upravo najakutnije. Kao što dolikuje istaknutom lučkom centru, obilato je razrađeno pitanje pomorstva u svim njegovim oblicima, izlažući pitanje luka, željeznica, cesta, brodarskog i avionskog saobraćaja, spasavanje brodova, njihova klasifikacija, turizam i telekomunikacije.

Osebujna poljoprivreda ovog mediteranskog kraja i problem pošumljavanja krša nije zanemarena. Osobita je pažnja posvećena velebnoj izgradnji električnih hidrocentrala, tumačeći istodobno i njihove hidrografske izvore. Podrobno je izloženo stanje i perspektive dalmatinskog rudarstva, a iznesena je i specifična industrija kamena. Jedno od najvažnijih poglavlja zauzima izlaganje o našoj brodograđilišnoj djelatnosti. Naročito važno mjesto ima moćna kemijska industrija ovog basena, koja je razrađena u nekoliko brižljivo sastavljenih napisa. Knjiga se završava iznošenjem pitanja prosvjete i nauke, koja su mnogo zanimljivija no što bi se po suhoparnom nazivu dalo naslutiti.

Poduzeća, ne samo ove uže oblasti, već i poslovni ljudi cijele zemlje, naći će u Zborniku zanimljivo štivo i stalni izvor obavještenja, dobivši time u posjed pravi privredni priručnik grada i šire okoline.

JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO GRAĐEVINSKIH KONSTRUKTERA

Prilikom održavanja II kongresa konstruktera FNRJ, održana je i osnivačka skupština Jugoslovenskog Društva građevinskih konstruktera.

Prema čl. 9 Pravila Društva, redovnim članom Društva može postati svaki član jednog od Društava građevinskih inženjera i tehničara u Jugoslaviji, koji se bavi naučnim ili praktičnim radom iz oblasti građevinskih konstrukcija, ili pak svaki drugi radnik na polju proizvodnje, ispitivanja ili primjene građevinskih materijala i konstrukcija, koga Upravni odbor primi na obrazloženi prijedlog dvaju članova Društva. Na eventualnu nezadovoljavajuću odluku Upravnog odbora može se svako žaliti skupštini.

Upravni odbor je počeo sa radom, i ovim dopisom pozivamo drugove na učlanjenje.

Ko želi da bude član treba da popuni pristupni formular i da ga pošalje Društvu. Zajedno sa kartonom treba poslati i 300 dinara, poštanskom uputnicom, na ime članarine za godinu dana.

Po prijemu popunjenog formulara i uplate, svakom članu će se dostaviti članska karta.

Prema čl. 10 Pravila Društva, počasnim članom Društva može postati lice koje je u znatnoj mjeri doprinijelo razvoju Društva ili razvoju prakse ili nauke o građevinskim konstrukcijama. Počasni članovi Društva mogu biti i istaknuti naučni radnici iz inostranstva. Pojedinci mogu biti istovremeno i redovni i počasni članovi.

Obzirom na zadatke koji su pred Društvo postavljeni usvojenim Pravilima, molimo sve drugove da se prijave za članove Društva, a potom da uzmu učešća u radu Društva.

Adresa na koju treba slati poštu je: DRUŠTVO JUGOSLOVENSKIH GRAĐEVINSKIH KONSTRUKTERA — Beograd — Kneza Miloša 7 — Fah 648 — tel. 30—108.

Potrebne pristupnice za učlanjenje kao i ostale informacije mogu se dobiti u DGIT-u Zagreb, Berislavićeva ul. 6/I, soba 10., tel. 38-114.

Bibliografija

ESTIMATING CONSTRUCTION COSTS, R. L. Peurifoy, Professor of Civil Engineering A and M College of Texas. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. 1953. (I. izdanje, 315 str. sa 60 slika i 107 tablica u tekstu.)

Kako je poznato, autor ovog djela je ujedno autor poznatog djela »Construction, Planing Equipment and Methods« — (Mc Graw-Hill 1956), koje je dobro poznato kao suvremen priručnik o organizaciji građenja.

Kao što je sam autor napomenuo u predgovoru, u tom su djelu prvenstveno obrađene principijelne metode proračuna troškova građenja i izrade predračuna. Autor nije namjeravao da pruži priručnik sa iscrpnim podacima o normativima utrošaka radne snage i materijala, amortizacije i t. d., koji bi se bez daljnjega mogli primijeniti u praksi, jer su na pojedinim gradnjama uslovi odviše različiti.

U uvodnom dijelu obrađeno je u prvom redu pitanje troškova mehanizacije (otpis, popravci, kamate, pogon, doprema) s nizom obrađenih primjera; nadalje, u sažetom obliku, pitanje režijskih troškova, troškova raznih osiguranja (prema propisima važećim za USA) i dobiti.

Glavna poglavlja i pretežni dio djela odnose se na prikaz utvrđivanja troškova izrade za različite vrste radova, i to za: zemljoradnje, cestogradnje, temeljenja, betonske, stropne, zidarske, drvene i čelične konstrukcije, vodovod i kanalizaciju. Osjeća se kao nedostatak, da nisu obrađeni tunelski radovi. Pojedina poglavlja sadrže niz tabela s podacima o utrošcima radne snage i materijala ili prosječnim učincima mehanizacije, koje su, međutim, potpuno orijentacionoinformativnog značaja i ne bi se bez prethodne provjere u konkretnom slučaju mogle primijeniti u praksi. Jasno je, da je obrađen niz radova i metoda građenja potpuno specifičnih za prilike u USA, pa su ta poglavlja, naravno, u sadašnjoj situaciji manje zanimljiva i korisna za naše stručnjake.

Nema sumnje, da su uslovi, koji utječu na produktivnost rada, u USA bitno drugačiji nego li u našim prilikama, pa se stoga dani normativi radne snage pogotovo ne mogu primijeniti na naše prilike. Nadalje su mnogi podaci o utrošcima materijala teže upotrebljivi za naše prilike zbog drugačijeg mjernog sistema (yd, cuyd, ft, sqft, cuft, lbs i t. d.) i različitih dimenzija osnovnog građevinskog materijala (cigla, građa, čelik i t. d.).

Za nas su sigurno najzanimljivija poglavlja, koja se odnose na mehanizirane radove, i to u prvom redu izvođenje zemljoradnja teškom mehanizacijom. Za ove je razrađen niz karakterističnih primjera.

U zaglavlju djela dani su podaci o troškovima rada velikog broja građevinskih strojeva, uz naznaku nabavne cijene, ekonomičnog trajanja stroja, stope troškova popravaka i t. d., koji su podaci vrlo informativni i za nas, jer danomice prelazimo na sve mehanizirani rad. Upravo u tom pogledu postoji kod nas još prilična nejasnost i često šturo primjenjivanje neadekvatnih ili zastarjelih propisa.

Prema iznesenom držim, da je ovaj priručnik za naše prilike interesantan uglavnom samo s obzirom na problematiku troškova mehaniziranog rada. Može se smatrati izvjesnom prednosti, što se autor kod obrade te materije nije upuštao u opširna teoretska razmatranja i komplicirane izvode s nizom nepoznatih koeficijenata, kojih primjena i vrijednost u praksi je više nego li problematična.

Ovaj priručnik primila je knjižnica Podružnice DIT-a Hrvatske na poklon od strane Uprave za poslovanje sa inostranstvom pri Američkoj ambasadi u Beogradu, pa i ovom prilikom zahvaljujemo na toj pažnji.

Ing. Valter Janaček

Ispravak: U broju 11 »Građevinara« od ove godine tehničkom je griješkom došlo do izmjene stranica. Stranicu 356 umetni **pred** stranicu **353**.

Nekrolog

ING. STJEPAN ROVEŠNJAK



Prof. ing. Stjepan Rovešnjak umro je iznenada 17. X. 1958. u 70. godini života.

Ing. Stjepan Rovešnjak rodio se 7. V. 1888. u Draganiću. Osnovnu školu i gimnaziju svršio je u Zagrebu, a Tehnički fakultet u Pragu (1907—1912). Već kao student u Pragu isticao se solidnim studijem i aktivnošću u studentskim organizacijama.

Poslije diplomiranja u Pragu stupio je ing. Rovešnjak u državnu službu u Sušaku (1912—1919). Od god. 1919.—1931. radio je kao ovlašteni inženjer i direktor građevnog poduzeća »Ljetnikovac«, a iza toga u građevnom poduzeću »Ferobeton«, gdje je uz prof. ing. Čalogovića izveo više gradnja u Hrv. Primorju. Sve ovo vrijeme radi i kao honorarni nastavnik na Zidarskoj školi u Crikvenici. Kao građevni inženjer, s vrlo bogatim iskustvom iz operative, prelazi ing. Rovešnjak god. 1931. kao profesor na Srednju tehničku školu u Zagrebu. Na školi je kao stručnjak i odličan pedagog s uspjehom vezao teoriju i praksu, te je taj rad obavljao sve do svog umirovljenja. Ing. Rovešnjak je bio dulje vremena nastavnik na Ciglarskoj školi u Maksimiru i direktor Radničkog tehnikuma. Svuda je radio s oduševljenjem, zalažući se za kvalitetu rada i njegovu primjenu u praktičnom životu, uzdižući tako nove mlade stručne kadrove.

Bio je pun elana za rad, savjestan, duševno pokretan i vedar. Svakom, tko ga je poznavao, ostat će ova, za njega karakteristična svojstva u sjećanju.

Volio je školsko zvanje i svoje učenike, pa im je posvećivao svu pažnju i svoje znanje.

Još nekoliko dana prije smrti sreli smo ga u školi vedra i nasmijana, punog optimizma, kakvog smo ga poznavali desetke godina unatrag. Zato nas je bolno dirnula njegova nagla smrt.

Ispratili su ga na vječni počinak njegovi prijatelji, učenici i znanci. Nad otvorenim grobom oprostio se s pokojnikom u ime škole prof. ing. Matija Vrkljan i jedan učenik.

Svi prijatelji, drugovi, profesori kao i učenici žale za gubitkom ing. Rovešnjaka.

Neka je slava ing. Stjepanu Rovešnjaku!

Ing. Pavao Jušić

S NAŠIH I INOZEMNIH GRADILIŠTA

IZ REPUBLIČKOG GRAĐEVINSKOG INSPEKTORATA

IZ INOZEMNIH ČASOPISA

NAUČNI KONGRESI I SASTANCI

